



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

STÉPHANIE FERRARI TEIXEIRA

**GESTÃO DO CONHECIMENTO NO PROCESSO DE
PROJETO EM BIM:
UM ESTUDO DE CASO EM ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO**

Londrina
2020

STÉPHANIE FERRARI TEIXEIRA

**GESTÃO DO CONHECIMENTO NO PROCESSO DE
PROJETO EM BIM:
UM ESTUDO DE CASO EM ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Ercília Hitomi Hirota

Londrina
2020

STÉPHANIE FERRARI TEIXEIRA

**GESTÃO DO CONHECIMENTO NO PROCESSO DE
PROJETO EM BIM:
UM ESTUDO DE CASO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Ercília Hitomi Hirota

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Ercília Hitomi Hirota
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Rovenir Bertola Duarte
Universidade Estadual de Maringá - UEL

Prof.^a Dr.^a. Elvira Maria Vieira Lantelme
Faculdade Meridional – IMED

Londrina, 18 de junho de 2020.

À minha mãe, Tetê Ferrari (sempre presente).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha orientadora Ercília Hitomi Hirota, pesquisadora dedicada, por compartilhar comigo parte de seu conhecimento, pelo tempo e atenção dedicados para me lapidar enquanto pesquisadora, pelos desafios a mim oferecidos e pelas parcerias com as empresas participantes deste estudo.

Agradeço às empresas que facilitaram o acesso a seus projetos para o desenvolvimento desta pesquisa.

À minha mãe que, desde cedo, ensinou-me que o conhecimento é a maior conquista e liberdade que se pode ter.

Agradeço à Gabriela Fernandes, por me incentivar a fazer o processo seletivo e por sua generosidade em me apontar os primeiros passos.

À Cris Pasquini pelo seu tempo e fala determinantes, por todo o incentivo ao longo dessa etapa de vida. E, sobretudo, por me fazer acreditar em uma nova versão de mim. Toda minha gratidão e carinho!

Agradeço à minha madrinha Carolina Artero por me renovar a coragem. Ao meu padrinho Nivio Teixeira por acreditar em minha capacidade. À Cris Ferro, quem me acompanhou no primeiro dia. E à amiga e professora Raquel Miotto Morelatti, pelas discussões acadêmicas e sua generosidade em me ensinar.

Aos amigos Fellipe Sambinelli e Natália Gerlack por trazerem leveza ao longo do período de dedicação ao mestrado.

À Rosy Heckert e Júlia Ilkiu por me oferecerem abrigo nos últimos anos.

E, por fim, a todos que comemoram comigo esta conquista.

Tu és o arquiteto de teu próprio destino.
Trabalha, espera, tem esperança.
Ouve teu desejo e ousa.
Ousa tudo o que puder.

Ella Wheeler Wilcox

TEIXEIRA, Stéphanie Ferrari. **Gestão do Conhecimento no Processo de Projeto em BIM: um Estudo de Caso em estruturas de concreto armado**. 2020. 123 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

RESUMO

Diante da natureza fragmentada da indústria da construção, o processo de projeto em BIM estimula a busca da Gestão do Conhecimento (GC) como prática a ser explorada na integração do conhecimento da produção (obra) ao projeto ou às decisões de projeto. O objetivo desta pesquisa é compreender a gestão do conhecimento atrelada ao processo de projeto desenvolvido com a tecnologia BIM. Adotou-se a metodologia de Estudo de Caso, considerando como estratégia estudos de casos múltiplos, tendo como objeto de análise o processo de projeto de estruturas de concreto armado. Foi desenvolvida uma análise comparativa entre o processo de projeto de duas empresas especializadas em modelagem e desenvolvimento de projetos em BIM, na cidade de Londrina-PR, o que possibilitou entender as diferenças entre projeto como produto e como processo. Considerando que o projeto estrutural apresenta interferência significativa em todos os demais projetos complementares, a retroalimentação via GC de questões relacionadas à definição de elementos de estruturas em concreto armado forneceu às empresas de construção meios de contornar problemas no processo de projeto amparado pelo BIM. As iniciativas identificadas de retroalimentação do processo de projeto a partir da interface entre projeto e produção e melhores práticas das empresas analisadas poderão servir de exemplo para aplicação em outras empresas do setor da construção civil e incentivar a identificação de procedimentos ainda mais eficazes para a sistematização e compartilhamento do conhecimento adquirido, aperfeiçoando cada vez mais o processo de projeto.

Palavras-chave: Gestão do Conhecimento. Retroalimentação. Processo de Projeto. BIM. Estruturas de Concreto Armado.

TEIXEIRA, Stéphanie Ferrari. **Knowledge Management in BIM Design Process: a Case Study on reinforced concret structures.** 2020. 123 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

In the face of the fragmented nature of construction industry, BIM design process encourages Knowledge Management (KM) as a practice to be explored for the integration of knowledge from production (construction work) to design or design decisions. This research aim is to understand Knowledge Management (KM) tied to the design process developed with BIM technology. It was adopted the Case Study method, considering as strategy multiples case studies, having as analysis object the reinforced concrete structure design's process. It was developed a comparative analysis between the design process of two companies specialized in modeling and design development using BIM, in Londrina-PR city, that has enabled to understand the difference between design as a product and as a process. Considering that the structural phase presents a meaningful interference in all other design phases, the feedback of questions related to definition of reinforced concrete elements has provided to construction companies the means to work around design process problems supported by BIM. The identified initiatives of design process feedback from the interface between design and production and best practices of the companies analysed could serve as an exemple to application in other companies in the civil construction sector and to encourage the identification of more effective procedures to systematization and sharing of acquired knowledge, improving more and more the design process.

Key words: Knowledge Management. Feedback. Design Process. BIM. Reinforced Concrete Structures.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Delineamento do Processo de Pesquisa.....	21
Figura 2	– Interfaces entre agentes em processos de produção de obras.....	26
Figura 3	– Curva de esforço	32
Figura 4	– Papéis do BIM x Áreas de conhecimento PMBOK.....	34
Figura 5	– Níveis de desenvolvimento do modelo de informação ao longo do ciclo de vida do produto	38
Figura 6	– Fluxos de transferência do conhecimento entre fases de projetos, entre empresas e agentes, e entre projetos	48
Figura 7	– Delineamento do Processo de Pesquisa.....	58
Figura 8	– Transformação do Processo de Projeto	64
Figura 9	– Projeto como fluxo.....	64
Figura 10	– Exemplo de EAP gráfica	70
Figura 11	– Compatibilização de projetos no mapeamento do processo de projeto da Empresa A – Projeto enquanto produto	71
Figura 12	– Compatibilização de projetos e transferência de conhecimento	72
Figura 13	– Nível de modelagem componentes estruturais	74
Figura 14	– Nível de modelagem componentes arquitetônicos.....	74
Figura 15	– Informações e filtros de sobreposição gráfica adicionados ao modelo	75
Figura 16	– Mapeamento do processo de projeto da empresa B – Projeto enquanto processo.....	82
Figura 17	– Envolvimento da Empresa B no início do processo de projeto	83
Figura 18	– Rastreamento BIMCollab para protocolo das demandas de informação	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definições BIM segundo autores	30
Quadro 2 – Etapas do Processo de Projeto	39
Quadro 3 – Resumo e sistematização da base teórica	55
Quadro 4 – Pontos fundamentais para a pesquisa qualitativa	57
Quadro 5 – Fontes de evidência para estudos de caso	61
Quadro 6 – Instrumentos de coleta de dados	62
Quadro 7 – Relatório de compatibilização de projetos	76
Quadro 8 – Classificação de problemas e responsáveis	77
Quadro 9 – Aplicação da GC e a aprendizagem nos estudos de caso	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
AIA	Instituto Americano de Arquitetura
ASBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
BCF	BIM Collaboration Format
BIM	Building Information Modeling
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria e Construção
CTE	Centro de Tecnologia de Edificações
DSR	Design Science Research
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
GC	Gestão do Conhecimento
IFC	Industry Foundation Classes
LOD	Level of Development
NBIMS	National Building Information Model Standard
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
SINAENCO	Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Urbanismo Consultiva
TI	Tecnologia da Informação
WBS	Work Breakdown Structure

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	QUESTÃO DE PESQUISA	17
1.2	JUSTIFICATIVA	17
1.3	OBJETIVOS.....	19
1.4	MÉTODO E DELINEAMENTO DO PROCESSO DE PESQUISA	19
1.5	COMPOSIÇÃO DAS SEÇÕES	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1	GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO	24
2.1.1	Etapas do processo de Desenvolvimento de Produto na Construção Civil e a Interface Projeto-produção	25
2.1.2	Espaço entre o Projetista e a Execução.....	27
2.1.3	Conceito, Benefícios e a Adoção do BIM em Gestão de Projetos	29
2.1.4	Discussão e Síntese da Seção: Gestão do Processo de Projeto com Interface Projeto-Produção e BIM como uma Oportunidade para Facilitar o Acesso e a Troca de Informações	38
2.2	GESTÃO DO CONHECIMENTO	40
2.2.1	Dados, Informações e Conhecimento: o Conhecimento como Ativo para as Organizações	41
2.2.2	Integração entre Gestão do Processo de Projeto e Gestão do Conhecimento Organizacional para Promover Melhores Resultados	46
2.2.3	Princípios da Informação e Agentes do Processo de Projeto na Organização Baseada no Conhecimento.....	49
2.2.4	Discussão e Síntese da Seção: Compondo um Instrumento de Coleta de Dados nos Estudos de Caso.....	53
3	MÉTODO DE PESQUISA	55
3.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA: ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS.....	55
3.2	DELINEAMENTO DO PROCESSO DE PESQUISA	56
3.3	PROCEDIMENTOS PARA COLETA E ANÁLISE SISTEMÁTICA DE DADOS	59

3.4	PERFIL DAS EMPRESAS DE PROJETO.....	64
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	68
4.1	APRESENTAÇÃO DE DADOS DOS ESTUDOS DE CASO	68
4.1.1	Empresa A	68
4.1.2	Empresa B	79
4.2	DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	86
5	CONCLUSÕES.....	100
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	105
	REFERÊNCIAS.....	106
	APÊNDICES.....	120
	APÊNDICE A – Roteiro de Entrevistas	120
	APÊNDICE B – Mapeamento do Processo de Projeto da Empresa A.....	122
	APÊNDICE C – Mapeamento do Processo de Projeto da Empresa B.....	123

1 INTRODUÇÃO

A definição de um novo produto na construção civil engloba conhecimentos especializados, implicando no envolvimento de diferentes profissionais para tratar as diversas disciplinas envolvidas no projeto (AVILA, 2010). Na busca por qualidade e competitividade envolvendo, além do avanço no desenvolvimento de novas tecnologias construtivas, mudanças nas relações entre os diversos agentes, o processo de projeto como parte do processo de desenvolvimento do produto (PDP) na construção civil, vem se destacando como elo fundamental da cadeia produtiva. Nesse contexto, a gestão do processo de projeto, incluindo capacidade de integração e colaboração entre os diferentes projetistas e agentes envolvidos no processo, é fundamental para a qualidade do projeto gerado e para eficiência do processo de produção (KOSKELA; BALLARD; TANHUNPAA, 1997; MEDEIROS e MELHADO, 2013).

Segundo Calavera (1991) demonstrou, a distribuição das causas de falhas da construção em diversos países era muito semelhante e o projeto apareceu como a principal causa nos 12 países europeus analisados: em média, 42% dos defeitos detectados na construção eram decorrentes de decisões ou ações tomadas ao longo do desenvolvimento dos projetos. Num segundo momento, Costa e Abrantes (1996) descreveram ainda que uma importante parte do nível de qualidade obtido por uma edificação é função das decisões de projeto.

Segundo Liu, Oliveira e Melhado (2011), a gestão do processo de projeto deve garantir a qualidade das soluções técnicas e validar as etapas de desenvolvimento e os projetos resultantes.

Dessa forma, gerenciar o processo de projeto implica em fomentar a comunicação entre os participantes do projeto, coordenar as interfaces e garantir a compatibilidade entre as soluções das várias especialidades envolvidas (LIU; OLIVEIRA; MELHADO, 2011), verificar se os processos individuais estão interligados, compatibilizar os projetos com as etapas da produção e verificar e analisar as soluções técnicas com base na integração dos projetos (SOUZA; GUNJI; BAÍA, 2004).

Na integração projeto-produção, projetistas e construtores realizam juntos o estudo das interfaces, a antecipação dos conflitos, a disseminação das informações e, assim, obtêm integração entre as prescrições do projeto e a viabilização dos serviços de execução, favorecendo a retroalimentação da atividade de projeto: “o

objetivo passa a ser não só a qualidade do produto, mas também a qualidade do processo” (MELHADO, 2001, p. 79). Verifica-se, dessa forma, que os conceitos de qualidade de projeto abordam tanto o projeto técnico, quanto o seu desenvolvimento.

Sendo assim, o desenvolvimento de um empreendimento imobiliário pode demandar dois tipos complementares e inter-relacionados de competências: a gestão do projeto enquanto produto e do projeto enquanto processo.

Conan (1990) já apontava que a atividade de projeto transforma-se cada vez mais em um trabalho de equipe com interações entre os profissionais, o que poderia resultar em um aprendizado coletivo, cujo conhecimento produzido diariamente pelas organizações da construção civil (DAVE; KOSKELA, 2009) poderia interferir diretamente nos momentos de tomada de decisões do processo de projeto e poderia, portanto, ser considerado na gestão deste.

Na implantação de sistemas de gestão mais eficazes no processo de projeto como uma das estratégias a ser adotada para a concepção de edifícios, Dave e Koskela (2009) discutem que a natureza fragmentada da indústria da construção aponta para a Gestão do Conhecimento (GC) e sua habilidade de capturar e reutilizar o conhecimento gerado em empresas construtoras como forma de evitar erros e retrabalhos no processo de projeto.

Ainda que a gestão da produção na construção civil seja dificultada por algumas particularidades do setor (PEREIRA, 2014), a GC tem se mostrado como uma estratégia potencialmente eficaz para a redução do retrabalho e como uma fonte essencial para aprimoramento contínuo da empresa (ROBINSON et al. 2005). Ela facilita a colaboração, a captura, o compartilhamento, a transferência e o reuso do conhecimento entre membros de equipe (DAVE; KOSKELA, 2009).

Thomas e Keithley (2002) defendem que a implementação da GC permite que a empresa melhore o acesso às lições aprendidas e a habilidade de projetar, a reutilizar princípios de projetos e partir para as melhores práticas. Chung et al. (2003) reconhecem ainda que esta implementação demonstra potencial em aprimorar a qualidade das soluções adotadas.

Em combinação aos fatores facilitadores já identificados (BRESNEN et al., 2003; KARLSEN; GOTTSCHALK, 2015; OKERE, 2017) acerca da GC e às estratégias sugeridas para sua implementação (SHOKRI-GHASABEH; CHILESHE, 2014), acredita-se que essa prática tenha grande potencial de melhoria nos processos de engenharia e arquitetura, desde que adaptada ao contexto da construção.

No entanto, é importante lembrar que, para a captura do conhecimento do projeto, o componente de informação figura como peça essencial (ANDRADE; FERREIRA; PEREIRA, 2010), pois a produção de conhecimento não se dá simplesmente pela retroalimentação da obra para o projeto. A formação do conhecimento organizacional origina-se da transformação de dados por meio de recursos de *hardware* e *software*, em informação que, devidamente tratada, pode gerar conhecimento (SILVA; NOVAES, 2007). Desde que a informação possa circular, ela poderá ser convertida ou usada na produção de conhecimento para o projeto. Afim de se chegar ao conhecimento produzido e possivelmente reutilizado (FANTINATTI, 2008), é preciso compreender como a informação se movimenta no processo de projeto. Para isso, a informação pode ser medida ou cartografada para compreender como se faz a GC a partir dela. Assim, resta saber como tratar a informação de modo que ela se torne um conhecimento (FANTINATTI, 2008).

Dessa forma, o **fenômeno** analisado nesta dissertação está no fluxo da informação do processo de projeto, no seu sentido prospectivo e retrospectivo, e sua relação com a potencialidade de se transformar em conhecimento na área de construção civil, no produto e no processo. Em outras palavras, na capacidade da informação gerada, ao final de um ciclo, de retroalimentar novos ciclos do processo de projeto e produzir conhecimento.

O **problema de pesquisa** volta-se para um possível desperdício dessa informação (Tan et al., 2012) durante a tentativa de aprimorar os processos de projeto. Um problema que pode variar dentro das próprias perspectivas dos projetistas, quando estes se propõem a entendê-lo mais como produto ou processo.

Uma das referências levantadas durante a revisão de literatura e um dos poucos trabalhos que até então consideram a GC em processo de projeto é a dissertação de Medeiros (2012), a qual serviu de base para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Segundo Medeiros (2012), o principal desafio da GC na construção, com empreendimentos cada vez mais complexos e com inúmeros agentes envolvidos, é a transferência do conhecimento ao longo do processo de projeto, seja entre as diferentes fases do ciclo de vida de um projeto, dentro de cada fase, entre projetos ou entre as empresas e agentes envolvidos. Foram então identificados diversos problemas e deficiências no processo de projeto comuns às empresas analisadas que poderiam ser minimizados com um sistema de GC eficiente.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, o presente trabalho deverá focar o uso da Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modeling* (BIM) como mediador para a GC e a aprendizagem. No quesito de lições aprendidas, analisa-se o modo como a construtora realimenta os projetistas mas, sobretudo, a mudança nas práticas de transmissão de informações da obra para o projeto quanto ao uso do BIM.

Em resposta à necessidade de melhoria da comunicação e cooperação durante as fases de um empreendimento, o caráter facilitador de visualização de problemas de qualidade do projeto e da edificação presente no BIM (EASTMAN, 2014) altera a gestão de projetos. Além de uma oportunidade, ele será abordado como um modo de demarcar o momento.

Como tentativa de isolar o fenômeno e entendê-lo, e de verificação da hipótese, a pesquisa se volta para uma questão específica e sugere um recorte em estruturas de concreto armado para produzir os estudos comparativos entre as perspectivas de projeto enquanto produto e processo, conforme mencionado nos objetivos a seguir.

Na justificativa da formação de um case em estruturas de concreto armado, estão os problemas que podem surgir de uma solução inicial de projeto, dificultando identificá-los numa única etapa do processo de projeto, pois cada fase gera um subproduto para a fase seguinte, criando uma relação de dependência em que a qualidade fica atrelada ao rigor e à exigência de cada fase que a precede e assim sucessivamente até o produto final (LAWSON, 1980). Assim, se há falhas ou mesmo lacunas de informação e especificação na fase de desenvolvimento dos projetos, é provável que ocorram problemas na fase de execução (CALAVERA, 1991). E tem-se em vista que a etapa estrutural é uma das que apresentam interferência significativa em todos os demais projetos complementares.

A execução de estruturas em concreto armado, por sua vez, é atualmente o sistema estrutural mais utilizado no Brasil para edifícios de múltiplos pavimentos (BARROS; MELHADO, 2006). Para Zorzi (2002), esse tipo de estrutura representa o caminho crítico no cronograma das atividades de obra, sendo determinante para o início de quase todos os serviços subsequentes. O que falta ao projeto de estrutura, falta também aos demais projetos, e esses subsídios serviram para escolher o tipo de conhecimento (SILVA; NOVAES, 2007) a ser trabalhado no case concreto armado.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Tendo em vista que o modo de pensar e retroalimentar o processo de projeto em BIM pode variar dentro das perspectivas de projeto como produto e processo (MEDEIROS; MELHADO, 2013; KOSKELA, 2000), foi definida a seguinte questão de pesquisa:

Como o conhecimento está sendo gerenciado nas atividades de projeto, centradas no produto ou no processo, na construção civil com a introdução do BIM?

Considerando essas perspectivas distintas e duas maneiras diferentes de pensar o processo de projeto e sua retroalimentação (em decorrência de um conhecimento diferente que cada estudo de caso possa apresentar), tem-se como **proposição** que a forma de utilizar a tecnologia BIM também difere em ambos os casos estudados.

1.2 Justificativa

Gradvohl et al. (2011) entendem que a indústria da construção encontra-se em um patamar inferior nos quesitos produtividade, qualidade e funcionalidade do produto quando comparada a outras indústrias. Para os referidos autores, um dos motivos pelos quais isso ocorre é a baixa taxa de inovação do setor.

Apesar de todas as experiências com problemas de gestão do processo de projetos identificados anteriormente e o reconhecimento de boas práticas, os mesmos são recorrentes. Acredita-se que via GC seja possível resolvê-los, evitando-se a falha de gestão. Ademais, a prática reflexiva do projetista, capaz de delinear uma crítica ao conteúdo produzido e, ao mesmo tempo, ao processo que o produz, validando ou retificando as informações identificadas e produzidas (PEREIRA, 2014), apresenta potencial para promover o controle preditivo no processo de projeto, cujas tentativas de gerenciamento e controle são frequentemente frustradas.

Dentre esses aspectos que sugerem a relevância desta pesquisa, também estão as decisões no canteiro que não contam com a participação dos projetistas

(PICHI, 1993), a tomada de decisão não rastreável (CODINHOTO, 2003) e os problemas ocasionados quando não há retroalimentação.

Para viabilizar tecnologicamente a produção, a equipe de canteiro e o engenheiro residente de uma obra de edifício, valem-se da experiência prática da equipe. Algumas das decisões no canteiro de obras são tomadas momentos antes da execução por pessoas que não participaram do desenvolvimento do projeto (PICHI, 1993), ocasionando em decisões não rastreáveis (CODINHOTO, 2003), recorrência esta que tem feito do próprio construtor o tomador de decisões *in loco*.

Não raramente, o objetivo de valorização do projeto como instrumento estratégico para a evolução da empresa, harmonizando o produto (edifício) com as necessidades do processo (obra), nem sempre é atingido. Anotações que ficam na memória de cada responsável e dados importantes sobre a utilização das soluções de projeto que são apenas armazenados e não retroalimentados, também são exemplos das manifestações do problema (MELHADO, 2001) quando o conhecimento se perde e não consegue ser reutilizado.

Problemas assim já haviam sido detectados em textos de Sonnenwald (1996), Melhado (1999), Melhado (2001) e Caixeta, Figueiredo e Fabricio (2009), ao comentarem sobre a importância da retroalimentação entre projeto e produção. Todos eles, anteriores a oportunidade gerada pelo BIM.

Em um momento em que o BIM alcança uma visão de projeto cada vez maior, a qual extrapola pensamentos anteriores sobre as fases de projeto normais e acaba acarretando uma proposta global, cuja adoção vem sendo forçada legalmente, a transferência dos sistemas de suporte tradicionais de projeto para o BIM desponta no cenário internacional e nacional como uma oportunidade de pesquisa e um modo de demarcar o momento para além das visões e promessas de apoio às atividades de construção (EASTMAN et al., 2014; HARTMANN; FISCHER, 2007). Vale incluí-lo na abordagem do processo de projeto, pois se acredita que possa ser oportunizado para uma nova solução na construção de conhecimento e retroalimentação de novos ciclos do processo de projeto.

1.3 Objetivos

O objetivo principal desta pesquisa é compreender a gestão do conhecimento em processo de projeto desenvolvido com a tecnologia BIM, utilizando como objeto de análise o projeto e a execução de estruturas de concreto armado.

Objetivo específico

Compreender a aplicação dos mecanismos de retroalimentação de informação na construção civil, atentando para a diferença entre os enfoques centrados no produto e no processo.

1.4 Método e delineamento do processo de pesquisa

Para atingir os objetivos do trabalho foi utilizado, na pesquisa, o Estudo de Caso como estratégia, sendo desenvolvidos estudos de casos múltiplos. Segundo Carneiro (2018), a escolha de mais de um caso para estudo possibilita a comparação para entender o processo a ser analisado, buscando responder ao objetivo da pesquisa.

Os estudos foram realizados em empresas de projeto estrutural do mercado da construção na cidade de Londrina-PR, similares quanto ao porte, experiência na área de projetos desenvolvidos em BIM, existência de equipes dedicadas à coordenação de projetos, terceirização do desenvolvimento dos projetos, especialização em obras por encomenda do setor de empreendimentos imobiliários privados, com iniciativas identificadas de GC, e lições aprendidas.

Para delimitação dos estudos, ambas as empresas foram escolhidas para o desenvolvimento deste estudo devido ao desenvolvimento de projetos na plataforma BIM, por possuírem um sistema de gestão de qualidade estruturado e, principalmente, porque apresentam perspectivas diferentes do projeto: uma entende o projeto como produto e a outra, como processo. São casos representativos de uma gama de empresas dessa natureza.

Para Denzin e Lincoln (2006), a pesquisa qualitativa envolve uma abordagem interpretativa do mundo na qual pesquisadores tentam entender os fenômenos em seus cenários naturais. Enquanto o ambiente natural é a fonte direta de dados, o

pesquisador é o principal instrumento, sendo que os dados coletados são predominantemente descritivos (CRESWEL, 2007, p. 186). Com isso, Vieira e Zouain (2005) afirmaram que a pesquisa qualitativa atribui importância fundamental aos depoimentos dos atores sociais envolvidos, aos discursos e aos significados transmitidos por eles. Nesse sentido, esse tipo de pesquisa preza pela descrição detalhada dos fenômenos e dos elementos que os envolvem.

Logo, a pesquisa enquadra-se como qualitativa pois pressupõe uma abordagem analítica descritiva (GIL, 2002) do processo de empresas com a qual se tenta fazer aproximações entre elas. Nessa classificação, a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto, ou seja, o interesse do pesquisador ao estudar um determinado problema é verificar como ele se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas (CRESWEL, 2007).

As pesquisas descritivas, por sua vez, têm por objetivo descrever criteriosamente os fatos e fenômenos de determinada realidade de forma a obter informações a respeito daquilo que já se definiu como problema a ser investigado (TRIVIÑOS, 2008), e assim, tem como grande contribuição proporcionar novas visões sobre uma realidade já conhecida. Para isso, parte-se do conhecimento teórico existente e busca-se fazer uma reflexão sobre os resultados empíricos em termos de contribuição teórica.

A Figura 1 apresenta o delineamento da pesquisa, dividido em cinco fases.

A fase de problematização consiste na revisão bibliográfica relativa aos atuais sistemas de controle de qualidade em processo de projeto e sua interface com a produção.

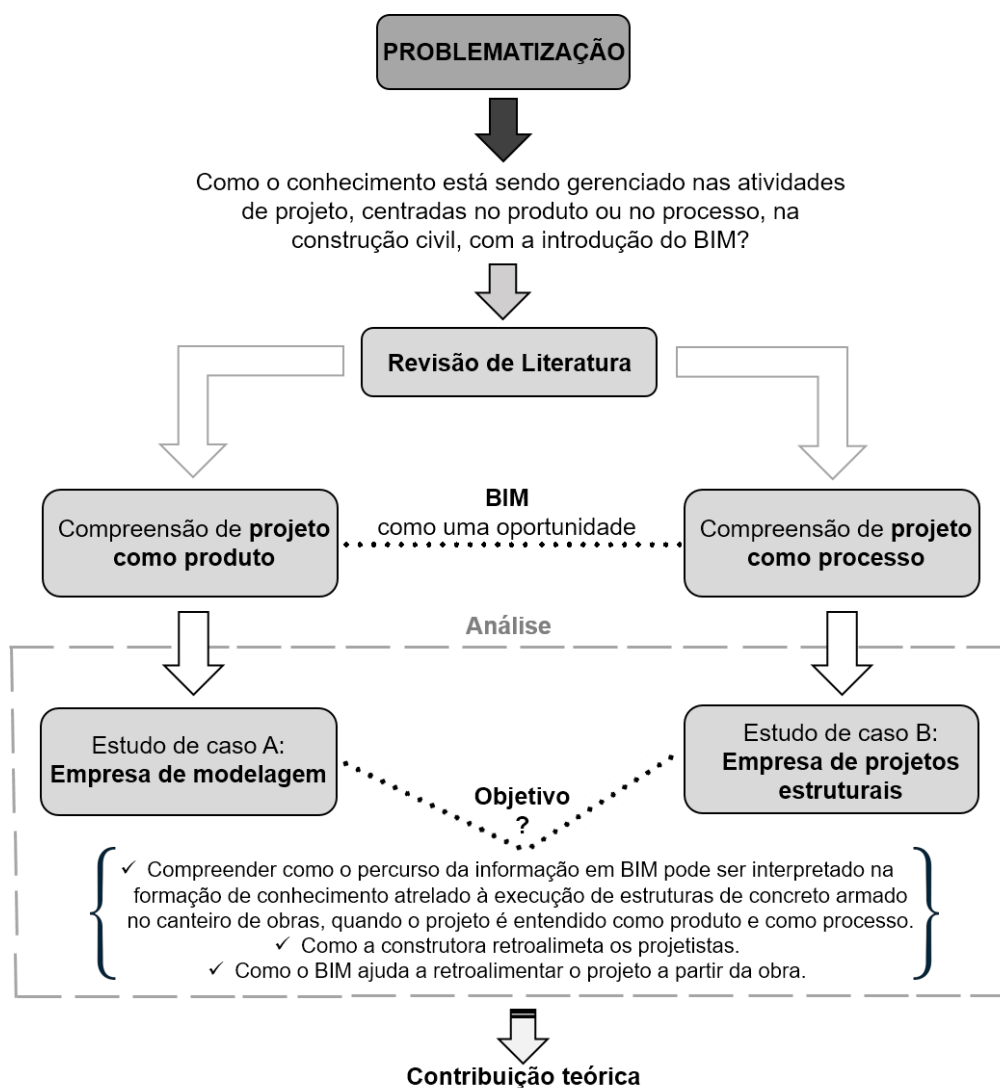
A revisão de literatura incluiu a gestão do processo de projeto e gestão do conhecimento, com a retroalimentação de projetos no contexto BIM. Definiu-se que os estudos de caso deveriam ser exemplos de empresas que trabalhassem com essa tecnologia na concepção de seus projetos e encontrou-se um problema de relevância para as duas empresas de projeto investigadas.

O enfoque no produto e no processo serviu para delimitar e caracterizar casos representativos retirados de uma grande amplitude de casos existentes. A partir de então, a problematização baseia-se na diferença entre “projeto enquanto produto” e “projeto enquanto processo” para ressaltar a diferença entre o conhecimento presente em dois casos com características distintas.

Puderam ser analisados os percursos da informação entre agentes na formação do conhecimento atrelado à execução de estruturas de concreto armado e extraiu-se a diferença na forma como o conhecimento é gerenciado no processo de projeto de cada uma delas quanto ao aproveitamento de lições aprendidas e soluções mais adequadas para a obra. Com isso, foi possível uma melhor compreensão na maneira como a oportunidade BIM é utilizada em ambos os casos com perspectivas distintas de fazer projeto.

Por fim, a organização das contribuições teóricas traz a discussão teórica, metodológica e conceitual frente ao conhecimento existente.

FIGURA 1 – Delineamento do Processo de Pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

1.5 Composição das seções

Esta dissertação é organizada em cinco seções ao todo.

Na primeira seção são apresentados o contexto e o problema de pesquisa, juntamente com a justificativa, objetivos, e a estratégia de pesquisa adotada.

A seção 2, de fundamentação teórica, trata basicamente da relação entre Gestão do Conhecimento (GC) dentro do projeto arquitetônico, a partir da leitura da gestão de projetos. Como parte da gestão do processo de projeto, apresentam-se as duas vertentes de projeto como produto e processo.

O processo de projeto como o conhecemos hoje é exposto com a descrição de cada etapa para evidenciar suas interfaces, mas também para apontar um foco de pesquisa: a retroalimentação do processo de projeto a partir da produção.

O panorama de distanciamento entre projetista e a execução da obra salienta a necessidade da gestão do processo de projeto e direciona o leitor a um *status* indivisível de projeto-produção. À frente, encontra-se a relevância de retroalimentar o conhecimento sobre processo de produção que impacta ou é determinado pelo projeto. A adoção do BIM, com contribuição na interface entre projeto e construção (BIOTTO; FORMOSO; ISATTO, 2015) e na tomada de decisões (ARAYICI, 2008; BECERIK-GERBER et al., 2012), é tratada como uma oportunidade na entrega de benefícios aos processos de projeto mais atuais.

Num segundo momento, a fundamentação teórica aborda o núcleo de trabalho na gestão do conhecimento. São esclarecidos conceitos como dados, informações e o próprio conhecimento. Este último recebe foco como um dos principais ativos dentro das organizações e como elemento propulsor para a dissertação. No contexto de organizações que aprendem, são então apresentados o conceito e os benefícios trazidos com lições aprendidas.

Depois das principais considerações sobre gestão do processo de projeto e gestão de conhecimento, verifica-se a possibilidade de contribuírem juntas no desenvolvimento de projetos de novos empreendimentos imobiliários. Na medida em que as duas frentes de gestão são correlacionadas, entende-se ambas como essenciais para retroalimentar o processo de projeto e melhorar a qualidade de tomadas de decisão.

A partir da seção 3, apresenta-se o método de pesquisa, detalhando o delineamento lógico do trabalho e os procedimentos adotados na condução de

estudos de caso em duas empresas de engenharia civil de Londrina-PR, sendo uma delas de modelagem especializada em BIM e a outra, de projetos estruturais, cujo engenheiro gestor utiliza o BIM na concepção de seus projetos. Depois de apresentados os procedimentos para coleta e análise sistemática de dados, a descrição contendo o perfil das empresas enquadra a visão de projeto de cada uma delas. A seleção do objeto estudado foi orientada pela interface da etapa estrutural de obra com o projeto arquitetônico. Além da estrutura propriamente dita, é analisada uma importante interface da estrutura: com a alvenaria.

Na seção 4 são apresentados os resultados obtidos a partir dos casos estudados e a análise sobre esses resultados, trazendo-os à luz de autores revisados. Para esta seção, foram coletados dados por meio de entrevistas e analisados processos de projetos desenvolvidos em BIM. São, então, identificados alguns dos requisitos do processo construtivo de estruturas de concreto armado que poderiam ser incorporados no processo de projeto e apresentadas formas de registrar soluções a serem incorporadas na retroalimentação do processo de projeto em BIM.

Por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais e gera sugestões e contribuições para trabalhos futuros.

A fundamentação teórica foi construída a partir da seleção de livros, artigos, dissertações e teses que levantaram questões semelhantes, autores que focalizaram o assunto: gestão em processos de projeto, gestão do conhecimento, lições aprendidas, agregação de valor, retroalimentação, conceito BIM, dentre outros, tendo como objetivo o embasamento teórico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão do Processo de Projeto

O projeto permeia todo o ciclo de vida do empreendimento. Ele pode atuar como meio de comunicação entre todos os agentes envolvidos e assume enorme responsabilidade sobre a qualidade do produto final, pois é o elemento orientador da maioria das ações futuras para execução do empreendimento. Além de instrumento de decisão sobre as características do produto, é veículo de informação de apoio à produção (MELHADO, 2001), com informações técnicas necessárias para a concretização da obra. É na etapa de projeto de um empreendimento imobiliário que são definidas as características do produto a ser edificado e também do processo produtivo (SILVA; NOVAES, 2007).

A gestão do projeto seria, segundo Medeiros (2012, p. 1), “o desenvolvimento de um grupo de atividades coordenadas e controladas com limitações de tempo, custo e recursos, que engloba a gestão do processo de projeto e de sua produção, dentre outros”.

A gestão do processo de projeto inicia-se com o planejamento do processo, o qual compreende: estabelecer os objetivos e parâmetros para o desenvolvimento do projeto; definir o escopo, segundo especialidades e etapas e planejar os recursos, as etapas e os prazos dessas etapas por especialidade. Depois de planejado o processo de projeto, as ações de gestão exigem: controlar e adequar os prazos planejados para as diversas etapas e especialidades e controlar os custos de desenvolvimento em relação ao planejado (LIU; OLIVEIRA; MELHADO, 2011).

Além da documentação do produto (projeto), para que os objetivos estabelecidos para o projeto sejam atingidos dentro do prazo estabelecido, fazem parte da gestão a integração de processos, conhecimentos, metodologia, habilidades, recursos e técnicas, visando melhor qualidade do produto e maior eficiência da produção (MEDEIROS; MELHADO, 2013). No entanto, a concretização desses objetivos depende, ainda, da eficácia com que o projeto é abordado, segundo duas vertentes diferentes, porém não excludentes entre si: projeto como produto e projeto como processo.

O termo “projeto enquanto produto” (MEDEIROS; MELHADO, 2013) indica os produtos técnicos gerados pelos projetistas (desenhos, especificações, detalhes,

modelos) e como a atividade criativa em busca de boas soluções de produtos técnicos (MEDEIROS; MELHADO, 2013). O produto, neste caso, é parte de um serviço ou resultado exclusivo e temporário dos escritórios de engenharia e arquitetura, com um começo e um final definidos, com tempo limitado e recursos humanos para atenderem a objetivos únicos, tipicamente para trazerem mudanças benéficas.

O produto (projeto) pode ser visto, desse modo, como responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra a serem consideradas na fase de execução (MELHADO, 1994, p. 195).

O termo “projeto enquanto processo” foi sugerido, desde Marcus e Arch (1973) e Rowe (1987), como um conjunto de ações e atividades inter-relacionadas e executadas em sequência, de forma contínua e repetitiva para alcançar um produto.

O significado atualmente predominante, na academia e na prática, de projeto como processo está atrelado à criação e entrega de valor¹ para o cliente, sendo o processo cada vez mais observado como etapa prioritária na agregação de valor aos produtos (KOSKELA, 2000). É o controle do processo para produzir o projeto que pode reduzir o desperdício e alavancar as atividades que agregam esse valor (RISCHMOLLER; ALARCÓN; KOSKELA, 2006). Nesta segunda perspectiva, o processo pode atuar a favor da interação entre agentes (MEDEIROS; MELHADO, 2013), do custo global do empreendimento, do impacto na qualidade do produto final e da produtividade da execução.

2.1.1 Etapas do processo de Desenvolvimento de Produto na Construção Civil e a interface projeto-produção

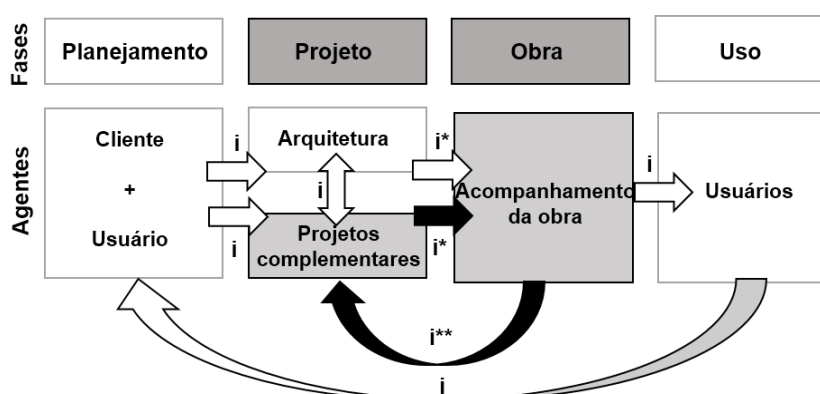
O processo de desenvolvimento do produto (PDP) é entendido como o processo no qual o produto é concebido, projetado, produzido e entregue ao cliente final, envolvendo também as atividades relacionadas à retroalimentação (MIRON, et. al., 2002).

¹ O conceito de valor está associado a qualidade e pode ser definido de uma forma inter-relacionada, incluindo tempo, custo, satisfação, significado, estética, ética e cultura (PRINS, 2004) e está relacionado aos produtos da indústria da construção civil e seus processos (SKRABA, 2016), podendo ser criado através de aspectos técnicos, de gestão e econômicos do projeto (MEDEIROS e MELHADO, 2013).

Com base na NBR 16636 (ABNT, 2017), que orienta o planejamento e o desenvolvimento de projetos arquitetônicos das edificações ao longo de todas as suas etapas e fixa as atividades técnicas padrão de projeto de edificação, as etapas do processo de projeto na construção civil foram definidas segundo a divisão proposta por Souza, Gunji e Baía (2004), a qual engloba etapas desta Norma desde Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto Pré-Executivo, Projeto Legal, Projeto Executivo, Projeto para Produção, até *As-Built*, as quais podem receber retroalimentação² com informações oriundas da execução no canteiro de obras (CAIXETA; FIGUEIREDO; FABRÍCIO, 2009).

Retroalimentar etapas de projeto requer o estabelecimento de uma cooperação mais estreita entre os agentes do projeto proposto por Melhado (1999), onde a interface i^* equivale à possibilidade de ação dos projetistas no acompanhamento de obras, com o intuito de solucionar possíveis entraves de projeto durante a fase de execução (CAIXETA; FABRÍCIO, 2011). A esta interface de colaboração no projeto acrescenta-se a retroalimentação das fases de execução (i^{**} – interface com a obra). Sendo assim, a obra poderá trazer informações ao projeto.

FIGURA 2 – Interfaces entre agentes em processos de produção de obras.



Fonte: Caixeta e Fabricio (2011). Editado pela autora (2020).

A interface projeto-produção estaria relacionada à construtibilidade dos projetos e à elaboração de projetos para produção que pudessem resolver antecipadamente, e de forma coerente com as especificações do produto, o

² Entende-se retroalimentação ou *feedback* como o procedimento através do qual uma parte do sinal de saída de um sistema (ou circuito) é transferida para a entrada deste mesmo sistema, com o objetivo de diminuir, amplificar ou controlar a saída do sistema. O retorno da informação ou do processo, neste caso, desencadeia ações corretivas ao produto entregue e serve como embasamento e repertório para futuros projetos e sua produção (TZORTZOPOULOS, 1999).

atendimento aos aspectos técnicos-construtivos do projeto, como normas técnicas aplicáveis, seleção tecnológica dos subsistemas construtivos, resolução das interfaces entre subsistemas construtivos, entre as diversas disciplinas de projeto e/ou entre os agentes envolvidos, considerando no desenvolvimento dos projetos, as tecnologias construtivas dominadas pelo construtor, entre outros (FONTENELLE; MELHADO, 2002).

As possibilidades que essa interface traz são passíveis de gerar decisões produtivas baseadas em acertos e/ou lições aprendidas, prevenção e redução de erros, menos desperdícios, enriquecimento de *know-how* dos membros da equipe e aquisição de vantagem competitiva, dentre outros benefícios para toda a organização.

2.1.2 Espaço entre o projetista e a execução

Esta parte do trabalho fundamenta-se em uma reflexão envolvendo o projeto e a execução, assim como a análise da atuação e postura dos projetistas face a diferentes dificuldades encontradas, as quais ajudam a justificar a investigação no movimento retrospectivo da informação a partir da interface de projeto e produção, para detectar possíveis desperdícios dessa informação para a construção de conhecimento.

Nas definições de Melhado (2001), cabe ao projetista:

- A capacidade de traduzir os objetivos e restrições em alternativas de soluções funcionais e tecnológicas com desempenho equivalente; a capacidade de selecionar a alternativa que demanda o mínimo de recursos; a capacidade de traduzir as opções de projeto em níveis de desempenho esperados para o produto final;

Ao construtor:

- A capacidade de construir o produto sem afetar o nível de qualidade projetado.

Ainda que algumas das necessidades em relação ao produto somente se tornem claras à medida que a edificação é executada (KOSKELA, 2000), na

construção de edifícios a elaboração de um projeto para produção nunca foi uma responsabilidade assumida integralmente pelos projetistas de engenharia, cujos focos concentravam-se principalmente no produto.

Como consequência, as decisões tomadas diretamente no canteiro de obras, as quais acabam não rastreadas, ocorrem pelas informações vagas, pulverizadas em várias partes do projeto, em detalhes genéricos de execução (FABRÍCIO, 2002).

Somado a isso, diante de tentativas para viabilizarem novos empreendimentos na conjuntura setorial, as empresas construtoras são pressionadas a manter ou alterar seus processos de produção no sentido de reduzir custos (MELHADO, 2001) e, na busca desse propósito, o investimento limitado em projeto ou de sua terceirização acaba visto erroneamente como uma oportunidade para essa redução.

O objetivo de valorização do projeto como instrumento estratégico para a empresa, que harmoniza o produto (edifício) com as necessidades do processo (obra), acaba inalcançado quando anotações permanecem apenas na memória de cada responsável e dados importantes sobre a utilização das soluções de projeto são apenas armazenados e não retroalimentados. A falta de integração e ineficiência na comunicação, sem a troca de informações entre todos os membros de equipe, e de retroalimentação de projeto manifestam-se em conflitos deste projeto na fase de execução (MELHADO, 2001). Não à toa, Melhado (2013) ressaltou haver pouca ênfase nas pesquisas sobre o papel da construtora na gestão do processo de projeto.

Para Fabrício (2009), o paradigma da produção industrial taylorista – fordista, que preconiza ideias de divisão social e especialização do trabalho, e a separação entre atividades de produção e gerenciais, induziram à separação entre projetar e executar novos produtos. Identifica-se, nesse sentido, a consequente fragmentação entre o conhecimento utilizado no processo de projeto e a necessidade de decisões de projeto que garantissem a certeza das soluções propostas (CAIXETA; FABRÍCIO, 2011).

Melhado (2001) defendeu que, sem o desenvolvimento do projeto com a participação de todos os especialistas, desde o mais cedo possível e de forma metodologicamente adequada, a validação individualizada de uma etapa de projeto por um único membro do processo não deverá atender a mesma qualidade de um trabalho conjunto. É então que projetistas, clientes e construtores contratantes poderiam, juntos, assessorar nas decisões do empreendimento. E, para isso, é

fundamental discutir os métodos para permitir a colaboração mútua nos processos de projeto.

Ainda segundo o autor, a utilização de padrões de referência aos projetistas, partindo de um banco de soluções otimizadas anteriormente e adotadas pela empresa em outros empreendimentos, poderia contribuir para a evolução do processo e evitar a repetição de erros anteriores, face à mais qualidade do projeto e eficácia das iniciativas tomadas. Ele também mencionou o fato de poucas empresas brasileiras estarem realmente organizadas nesse sentido, apontando certa dispersão da maioria dos empreendedores quanto ao tratamento e registro de informações produzidas internamente às fases de projeto e de execução da obra. Acredita-se que a mudança dessa postura poderia contribuir para uma evolução mais significativa a partir do estágio atual da construção de edifícios.

Ainda que certas iniciativas de evolução venham contribuindo para aproximar o projetista da produção e vice-versa, diversos problemas seguem sendo observados e um dos pontos mais críticos diz respeito ao fluxo de informações entre projetos e obras. Para Fantinatti (2008), a recirculação ou reutilização das informações no processo de projeto se fazem necessárias para que possam ser convertidas em conhecimento capaz de aproximar o projetista da produção e vice-versa. A gestão do processo de projeto tem, portanto, relação com a gestão das informações (armazenamento e transmissão) e a documentação final do produto projeto (MEDEIROS; MELHADO, 2013).

2.1.3 Conceito, benefícios e a adoção do BIM em gestão de projetos

Sob diversas perspectivas, a existência do termo *Building Information Modeling* desde sua primeira aparição documentada por meio de um artigo de Robert Aish, de 1986, demonstra que características que compõem o BIM, como modelagem tridimensional, componentes inteligentes e paramétricos, banco de dados relacionais e faseamento dos processos de construção, entre outros conceitos, já superam a marca de 30 anos de idealização (EASTMAN, 1978).

A seguir, tem-se uma série de elementos para considerar o BIM como prática a ser explorada mais amplamente em processos de projeto, sob perspectivas recentes:

QUADRO 1 – Definições BIM segundo autores.

Autores	Definição BIM
EASTMAN (2014); MIETTINEN; PAAVOLA (2014)	Muito mais amplo que uma visualização 3D ou um <i>software</i> , cujas características físicas da construção são representadas em sua geometria, enquanto as demais informações funcionais são agregadas a edificação com o propósito de integrar todos os agentes e sobrepor todas as disciplinas de projeto envolvidas para facilitar a visualização de problemas durante a construção e operação da edificação, e de otimizar o desenvolvimento de um projeto enquanto impacta a parte de concepção, execução, implantação e gerenciamento desse projeto.
<i>BUILDING SMART</i> - Organização mundial de desenvolvedoras de tecnologia para o setor da construção (GONÇALVES JR, 2018)	Uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação que permite integrar de forma sistêmica e transversal as várias fases do ciclo de vida de uma obra com o gerenciamento de todas as informações disponíveis em projeto, e que forma uma base confiável para decisões durante o ciclo de vida do projeto.
RUSCHEL (2014)	Uma tecnologia facilitadora, diversa em funcionalidade e composta por múltiplos sistemas: de modelagem, de simulação, de verificação, de integração e de compartilhamento, a qual se apresenta com diversas camadas de informação, organizadas de forma sistemática, de modo a permitir a gestão dessa informação.
KASSEM; AMORIM (2015)	Um recurso com ênfase na informação na medida em que conduz a “[...] uma reorganização de fases, agentes e produtos no projeto [...]” e que se desdobra em novas formas de comunicação e novos requerimentos de expertise.
BIOTTO; FORMOSO; ISATTO (2015)	Um recurso cujo impacto se encontra: (i) no projeto (concepção e desenvolvimento), (ii) na integração de sistemas de engenharia, e (iii) no melhoramento da interface entre projeto e construção.
CHI; WANG; JIAO (2015)	Uma fonte apropriada de armazenamento de informações que aumentam a exatidão e eficácia do processo estrutural, e compatível perante a remoção de obstáculos no projeto de estruturas.
CHAVES; TZORTZOPOULOS; FORMOSO; BIOTTO (2017)	Uma ferramenta que organiza e extrai informações, a qual facilita a entrega de projetos integrados e auxilia os envolvidos com excelência de projeto, eficiência e desempenho na construção.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Um ponto crítico para o sucesso da integração da modelagem na gestão de projeto é a inclusão de informação. Para Succar (2014), o uso do BIM diz respeito à integração de diversas informações que podem caracterizar acervo de conhecimento. Na visão desse autor, o BIM destina-se à aquisição de conhecimento e comunicação entre as pessoas, representando interações de conhecimento entre seus usuários e integrando o domínio em conhecimento na indústria da construção (SUCCAR, 2014).

Segundo Ozturk e Eraslan (2018), o BIM integra diversas informações independentes num modelo cujos itens, depois de conectados, servem para associar o conhecimento na forma de especificações. Para os referidos autores, o BIM atende a projetos com modelos baseados em conhecimento e o utiliza para antecipar, estimular e investigar o desempenho de tarefas durante todo o ciclo de vida do projeto.

Modelos são representações simplificadas que, pela redução da complexidade ou ambiguidade, contribuem para o compartilhamento de conhecimento (SUCCAR,

2014). E, de acordo com o Comitê de Projeto *National Building Information Model Standard* ou NBIMS-US™ (PALADINI, 2018), os Modelos de Informação da Construção são como recursos de conhecimento compartilhados para informações sobre uma instalação.

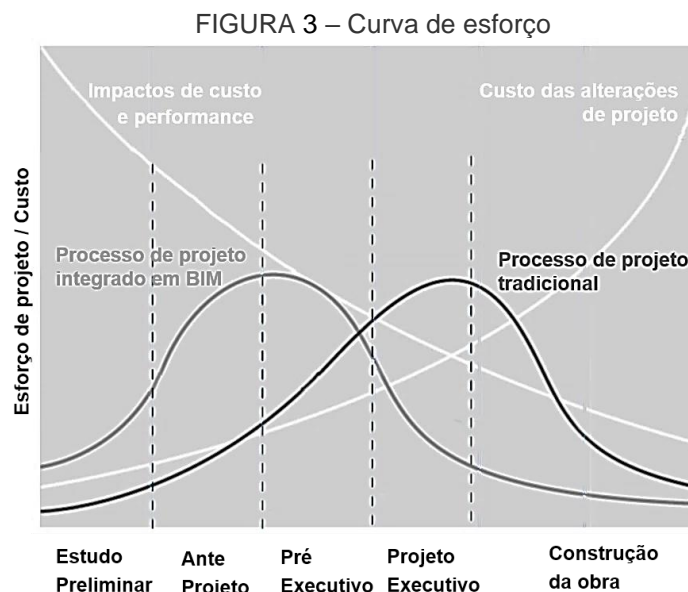
Goedert e Meadati (2008) e Meadati e Irizzary (2010), defenderam o uso do BIM como uma ferramenta eficaz na captura, armazenagem e disseminação de conhecimento durante as fases de projeto e construção, o que proporciona suporte a outros processos de gestão de projetos.

Deshpande, Azhar e Amireddy (2014) ainda defenderam a utilidade do BIM na captura e armazenagem de lições aprendidas. Pelo olhar desses autores, o conhecimento é gerado através de revisões de projeto, identificação de erros e omissões, requisição de informações e peculiaridades encontradas em projeto. Tudo isso pode ser registrado através da modelagem BIM e o conhecimento relevante pode, então, ser extraído e disseminado em outros projetos BIM na organização utilizando padrões de projetos anteriores para tal disseminação.

Já nos processos tradicionais de projeto que não utilizam BIM, os dados obtidos ao longo do ciclo de vida do projeto são tipicamente armazenados e fragmentados em múltiplos formatos. Isso dificulta a captura, catalogação e disseminação efetivas de conhecimento presente nesses dados (DESHPANDE; AZHAR; AMIREDDY, 2014).

Para UMAR et al. (2015), a capacidade em compartilhar conhecimentos minimiza a necessidade de reunir e reformatar informações, o que resulta numa melhor precisão no repasso das informações e reduz as despesas devido à interoperabilidade em que vários profissionais alimentam o modelo (simultaneamente, ou não) com informações. Interoperabilidade esta, tida como requisito e também uma das grandes bandeiras da modelação BIM (EASTMAN et al., 2014).

Quando comparado a um fluxo tradicional de projetos desenvolvidos em CAD, o fluxo de processos baseados em BIM permite antecipar decisões ainda nas fases iniciais do projeto (KYMMEL, 2008), além de gerar um volume maior de informações nas fases do estudo de viabilidade, preliminar, anteprojeto, projeto básico e executivo, conforme aponta o guia da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – ASBEA, de 2015 (Figura 3).



Fonte: Guia AsBEA – Boas práticas em BIM – fascículo II. Editado pela autora (2019).

Conforme apontado pelo consultor estratégico em BIM, Wilton Catelani, da Câmara Brasileira da Indústria e Construção – CBIC (2019), apesar de contribuir para aumentar a produtividade, o BIM demanda um certo tempo para desenvolvimento do projeto devido à quantidade de informações e nível de detalhes que precisam ser incorporados no processo de projeto, principalmente nas fases: estudo de viabilidade, preliminar, anteprojeto, projeto básico e executivo. Além disso, a implantação do BIM, sendo mais abrangente pelo projetista, demanda o desenvolvimento de modelos mais avançados, ferramentas complementares, além de novos arranjos organizacionais (PLUME; MITCHELL, 2007; SACKS et al., 2010).

Para além das diversas definições já atribuídas ao BIM (dentre elas, as que atrelam o BIM à GC), a Estratégia BIM BR, documento que foi feito em 2018, no Brasil, definiu-o como um conjunto de tecnologia e processos integrados, ou ainda, *Sociotechnical Systems* – STS; um sistema que abrange técnica, aspectos de pessoas e trabalhadores e, uma vez definido como um sistema sócio técnico, significa que aborda a inter-relação entre os aspectos sociais das pessoas e aspectos técnicos da estrutura organizacional, além de processos com otimização conjunta e ênfase compartilhada na conquista da excelência no desempenho técnico.

A partir deste ponto, a fundamentação se volta para: **(a)** explicar as penetrações ou coincidências que o BIM apresenta com a gestão de projeto, de modo que pensar em um, nos leva ao outro; e **(b)** compreender porque o BIM é uma importante oportunidade dentro do problema que está sendo discutido sobre um possível

desperdício de informação durante a tentativa de aprimorar os processos de projeto e a falta de integração do conhecimento da produção às decisões de projeto.

Considerada como um desenvolvimento promissor por Eastman et al. (2014), a adoção do BIM justificou-se por inúmeros benefícios ao processo de projeto e por contribuir para a tomada de decisões (ARAYICI, 2008; BECERIK-GERBER et al., 2012). Diversos autores, como Broquetas (2011), Deshpande, Azhar e Amireddy (2014) e Rokoei (2015) mostraram critérios e aspectos da gestão do processo de projeto e o BIM, com este último sendo colocado como gestão de processo de maneira digital.

Broquetas (2011) abordou o BIM como uma ferramenta eficaz da gestão de projetos, cujas atribuições encontradas (possibilidade de integrar diferentes disciplinas, de analisar a construtibilidade dos projetos, detectar colisões, de estimar tempo e custo em diversas etapas, de modelagem de elementos, de colaboração e comunicação entre equipes, etc.) estariam alinhadas com o papel de um gestor de projetos em diferentes momentos durante o ciclo de vida de um projeto. Para o autor, “enquanto a entrega de projetos integrados é uma abordagem considerada na gestão de projetos, o BIM é a interface tecnológica a qual facilita este processo”.

Ainda segundo Broquetas (2011), as diversas similaridades identificadas pelo autor entre a performance do BIM no processo construtivo e o gestor de projetos enquanto tomador de decisões, clarificam as coincidências propositais do BIM quanto às áreas de conhecimento da gestão de projetos (Figura 4), segundo o PMBOK, e reforçam a ideia de que o BIM é uma oportunidade.

O guia *Project Management Body of Knowledge* - PMBOK é um conjunto de conhecimentos e práticas na gestão de projetos geralmente aceitos, sendo organizado pelo Instituto de Gestão de Projetos ou *Project Management Institute* - PMI, dos EUA. Seu caráter de modelo geral de gestão de processo de projeto está vinculado à sua não especificidade com relação à construção civil.

O modelo divide a gestão em nove áreas de conhecimento: integração, riscos, previsão e aquisições, comunicação, recursos humanos, qualidade, tempo, custos e escopo. As áreas de conhecimento possuem grupos de processos de iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento, os quais podem ser vinculados à gestão de projetos ou orientados ao produto.

Nas definições do PMBOK, o gestor de projeto desempenha seu papel por meio da integração entre projetistas e executores, entre o escopo do produto e do projeto,

e entre os subprodutos de diferentes especialidades. Na gestão de riscos procura-se identificar os riscos e combatê-los com práticas como o *checklist*, propondo ações corretivas e reservas para futuros problemas. A gestão de aquisições de projeto é discutida do ponto de vista do comprador, na relação comprador - fornecedor. Na comunicação, procura-se gerenciar as informações através da coleta, distribuição, armazenamento e controle das informações do projeto. A gestão de recursos humanos designa, identifica e documenta as funções, responsabilidades e relacionamentos, além de montar uma equipe de trabalho alocada de acordo com as habilidades de cada profissional.

Seguindo padrões ISO, a gestão da qualidade inclui os processos para a garantia da satisfação das necessidades, além de determinar objetivos e responsabilidades. No tempo, procura-se definir as atividades, o sequenciamento, a duração de cada uma e a elaboração do cronograma com as datas de início e fim para as atividades do projeto. A gestão do custo procura assegurar que o projeto se concluirá dentro do orçamento previamente aprovado, e assim prevê planejamento de recursos e estimativa de custos. Por fim, a gestão do escopo visa definir o escopo do projeto diretamente vinculado à relação contratado e contratante (NOGUEIRA, 2007).

FIGURA 4 – Papéis do BIM x Áreas de conhecimento PMBOK



Fonte: Broquetas (2011). Editado pela autora (2020).

Além das similaridades do BIM quanto às áreas de conhecimento da gestão de projetos (Figura 4), segundo o PMBOK, o BIM também acarreta uma proposta global que alcança uma visão de projeto cada vez maior - com suas dimensões acima da modelagem 4D (EASTMAN et al., 2014) - e extrapola pensamentos anteriores sobre as fases de projeto.

O cenário macroeconômico internacional já enfrenta um forte movimento oriundo de sistemas de regulamentação legais com objetivos além de integração, melhor qualidade de projeto e tudo mais, cujas obras pensadas com BIM já são

destaque em países no Reino Unido, Escandinávia, Países Baixos e Estados Unidos (KASSEM; AMORIM, 2015), dentre outros, onde sua adoção em projetos custeados pelo governo já é exigida com diferentes níveis de maturidade e aplicação.

Ainda que minoritariamente no Brasil, a adoção do BIM vem ganhando força (RUSCHEL, 2014; SUZUKI; SANTOS, 2015) na construção e sendo estimulada na esfera pública, privada e nas universidades. O momento do BIM no Brasil foi marcado pela criação, em 2017, do Comitê Estratégico de Disseminação do BIM e, em 2018, pela Estratégia Nacional de Disseminação do BIM ou Estratégia BIM BR (Decreto nº 9.377, de 2018). Recentemente, o governo federal estabeleceu, por meio do decreto nº 10.306, de 2020, a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, cuja implementação se dará de forma gradual, com início em 1º de janeiro de 2021 (Sindicato da Arquitetura e Engenharia – SINAENCO, 2018).

Entre as metas estipuladas para a efetiva difusão do BIM, está a de aumentar em 10 vezes sua implantação até 2024 (SINAENCO, 2018). Essas e outras iniciativas enquadram o BIM em um movimento forçado legalmente (em que empresas de projeto devem implementar o uso do BIM se quiserem desenvolver projetos custeados pelo governo) para combater a prática de recorrentes aditivos na construção civil, reduzir custos e aumentar a produtividade do setor, segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI (CASTRO, 2018). Logo, uma oportunidade.

Um outro aspecto, talvez ainda mais importante para encarar o BIM como oportunidade, é o sistema protocolar de se trabalhar com ele, em que se faz necessário trabalhar com uma sequência lógica ou sistemas algoritmizados quando se considera sistemas computacionais. Considerando que a aproximação do projetista com sistemas computacionais (muitos deles, binários, por fixarem resultados em possibilidades que desconsideram a infinita variedade que compõe o raciocínio humano) pode mecanizar os processos administrativos da empresa e uma série de situações, além de um problema que acarreta na dissolução de atos de improviso, enxerga-se também uma oportunidade. Portanto, tal oportunidade deve ser vista além da questão normativa e como um reforço da introdução de protocolos.

A transferência dos sistemas de suporte tradicionais de projeto para o BIM pode ser pensada como oportunidade, pois se acredita haver no BIM algo que possa ser oportunizado para uma nova solução na construção de conhecimento e

retroalimentação de novos ciclos do processo de projeto. Até mesmo porque, apesar de diversas especulações sobre o que o BIM pode produzir, ele é ainda pouco amadurecido e não se sabe de fato onde e como o BIM será adotado em seu completo potencial e seus benefícios completamente difundidos (GHAFARIANHOSEINI et al., 2017)

Embora sua difusão tenha se configurado em um relevante vetor de crescimento na última década e seu acervo indique robustez, autores já qualificaram a adoção do BIM como incipiente e constatou-se o escasso monitoramento da produção científica nacional (MACHADO; RUSCHEL; SCHEER, 2017).

Ainda que a implantação do BIM possa se mover da atividade de projeto para fases da construção (e vice-versa), Kerosuo et al. (2015) afirmam que seu uso ainda é limitado em projeto. E, apesar das visões e promessas dessa tecnologia serem necessárias para sua implantação, ela precisa ser complementada com uma visão mais realista das condições para tal (MIETTINEN; PAAVOLA, 2014), pois as atuais implantação e difusão do BIM revelaram-se mais lentas e mais dificultosas que o esperado (FOX; HIETANEN, 2007).

Mas, por todas as razões mencionadas e pelo apoio às atividades de construção vistas em Eastman et al. (2014), Hartmann e Fischer (2007), Chau, Anson e Zhang, (2004) e Jongeling e Olofsson (2007), a presente pesquisa em processo de projetos trata a modelagem da informação na construção como uma oportunidade.

E, enquanto oportunidade, oferece soluções que podem ser adotadas e futuramente desenvolvidas em outras organizações com desafios em contextos similares e inteira um desenvolvimento mais avançado dos modelos, ferramentas complementares e arranjos organizacionais (PLUME; MITCHELL, 2007; SACKS et al., 2010).

Quanto aos níveis de modelagem

Um modo de interpretar a classificação do BIM em níveis é entendê-lo como um conjunto de diferentes camadas de estruturação de informação, ou seja, diferentes níveis de modelagem.

Segundo Scheer e Ayres Filho (2009), nos níveis mais altos ocorre a estruturação de informação a respeito dos processos (modelagem de informação) e,

nos mais baixos, a definição dos constructos lógicos necessários para o armazenamento digital da informação (modelagem de dados).

A classificação sugerida em 2013 pelo Instituto Americano de Arquitetura – AIA em um documento chamado “*Project Building Information Modeling Protocol*”, organizou os níveis de desenvolvimento, ou *Level of Development* – LOD, dos empreendimentos em BIM. Desde então, é possível situar qual nível de informações é preciso ter em cada etapa e determinar um nível de confiabilidade para esses dados.

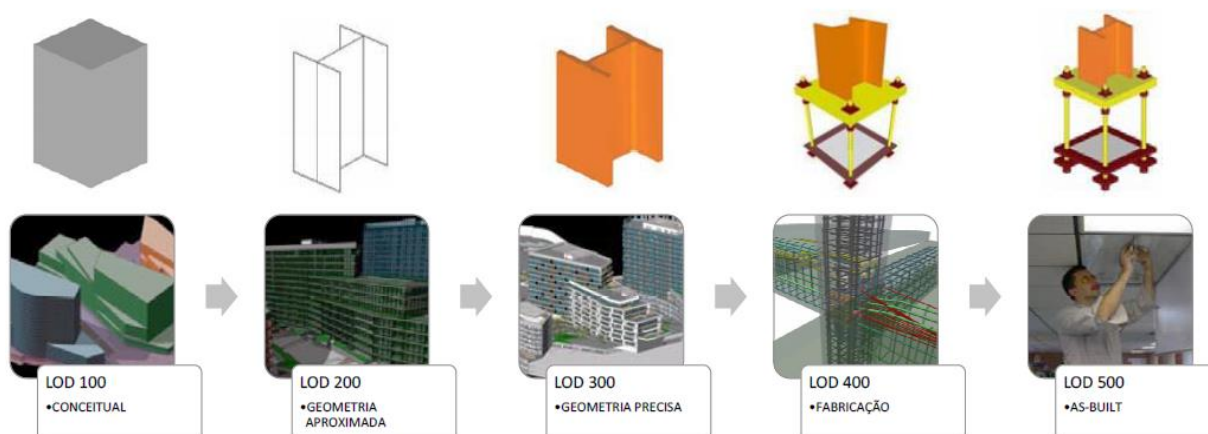
Segundo o AIA, esses cinco níveis de desenvolvimento em BIM são:

- **LOD 100 (conceitual)** - Equivale à representação gráfica com objetos 3D volumétricos genéricos, quase sem detalhes ou informações, além da forma global da construção e seu posicionamento no terreno, dentre outras informações preliminares.
- **LOD 200 (geometria aproximada)** - Equivale à etapa de anteprojeto, com elementos genéricos da construção e a configuração dos espaços internos da edificação. É possível definir o caminho de ramais de tubulações, sem detalhes de conexões e acessórios, por ser passível de modificações maiores ainda nessa fase, quando se planeja em termos mais gerais a quantidade, tamanho, forma, volume, localização e preço e ainda requer aprovação para ser executado.
- **LOD 300 (geometria precisa e representação específica)** - Com o anteprojeto aprovado, começa-se o detalhamento dos projetos executivos, estruturais, arquitetônicos, memórias de cálculo, maquetes e de orçamento, no qual todos os elementos genéricos são transformados em finais. E ao fim, faz-se a interface com outros sistemas e a integração de todas essas etapas para garantir a ausência de erros.
- **LOD 400 (representação específica e execução)** – Além da interface com outros sistemas, fazem-se detalhes de fabricação, montagem e instalação, trabalha-se com planejamento, cronograma físico-financeiro, documentação legal, dentre outros, necessários para a execução da obra. Portanto, este nível de detalhamento detém o conjunto de informações que caracteriza a obra.

- **LOD 500 (as built e manutenção)** – Inclui todas os anteriores e corresponde à etapa do modelo como será construído; quando todos os custos, fornecedores e especificações para cada material já estão inseridos no projeto, além de verificação em campo e procedimentos de manutenção. Após construída a edificação, o uso do BIM baseia-se neste nível de detalhamento para registro das modificações feitas na construção e para manutenção e operação pós-obra, com coordenação das informações de prazo de validade dos materiais por exemplo.

Graficamente, o LOD aumenta conforme são acrescentados mais detalhes e se avança a cada etapa do projeto (Figura 5).

FIGURA 5 – Níveis de desenvolvimento do modelo de informação ao longo do ciclo de vida do produto



Fonte: Adaptado de BIMForum (2015) e *All Things BIM: AIA BIM Protocol* (E202)

Essa breve classificação de níveis em BIM ajudou a compreender como cada uma das empresas estudadas desenvolve seu modelo com diferentes camadas de estruturação de informação.

2.1.4 Discussão e Síntese da Seção: Gestão do Processo de Projeto com interface projeto-produção e BIM como uma oportunidade para facilitar o acesso e a troca de informações

A discussão conceitual e metodológica sobre gestão de projetos apresenta as perspectivas de projeto enquanto produto e projeto enquanto processo.

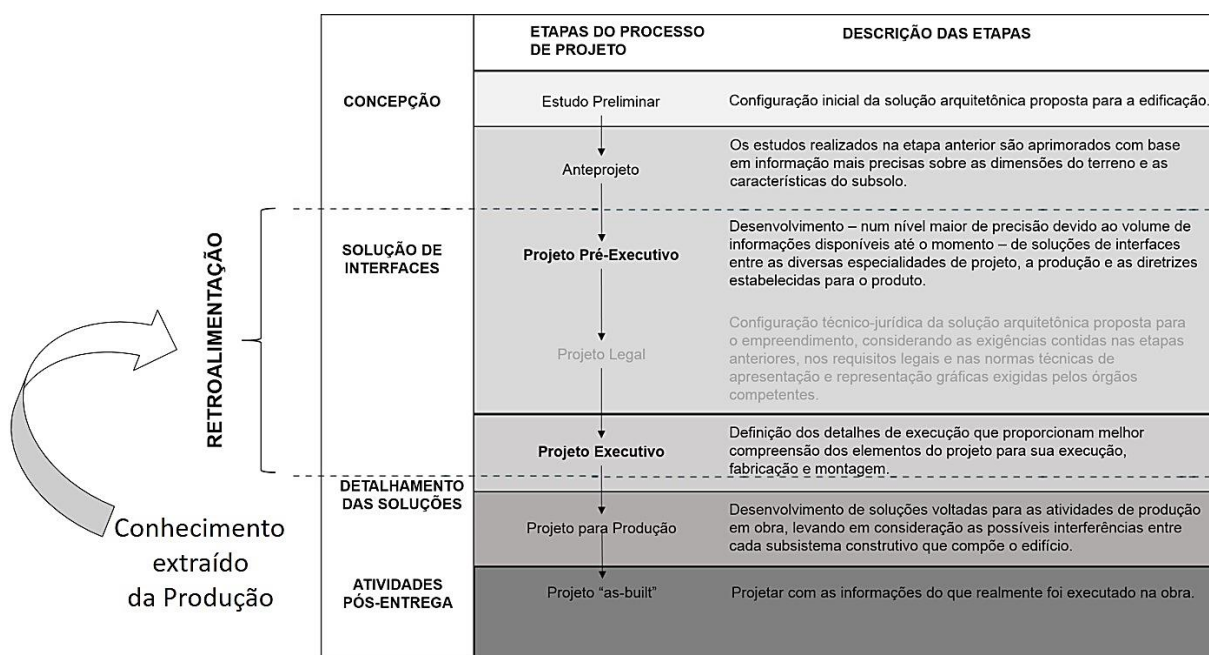
A primeira delas atenta para o modo como o projeto (produto) é concebido, produzido e entregue ao cliente. A segunda, para o conjunto de atividades (processo) necessárias para a entrega do produto.

A garantia de retroalimentação, a disseminação das informações e a antecipação de conflitos em gestão do processo de projeto, que se verifica com a integração entre diferentes especialidades e disciplinas envolvidas, tornam-se fatores atrelados à qualidade do projeto e, portanto, devem ser considerados para aprimorar em cada uma destas óticas seu respectivo processo de projeto.

Considerando que o atendimento desses fatores agrega valor ao produto e ao seu processo, buscou-se na revisão de literatura alternativas que contribuam no processo de projeto, de tal forma que possam ser verificadas, validadas e replicadas em demais tipologias arquitetônicas. Replicar essas alternativas pede uma ferramenta ou forma de disponibilizar o conhecimento extraído na produção para que a própria organização possa utilizá-lo na retroalimentação de uma das etapas do processo de projeto.

Das etapas para possível retroalimentação a partir do conhecimento extraído da Produção estão:

QUADRO 2 – Etapas do Processo de Projeto



Fonte: Souza; Gunji; Baía (2004). Editado pela autora (2019).

Conforme destacado acima, foram escolhidas as etapas de Projeto Pré-Executivo e Executivo, nas quais identificam-se os conhecimentos relacionados à execução de estruturas de concreto armado e tenta-se compreender o movimento retrospectivo da informação para a construção desse conhecimento, investigando se há desperdício de informações (TAN et al., 2012) e, conseqüentemente, de conhecimento para aprimorar o processo de projeto. Como justificativa dessa escolha, além das respectivas etapas reunirem um grande volume de informações de projeto, são etapas de desenvolvimento de soluções de interfaces entre as diversas especialidades de projeto.

Quanto ao BIM, entende-se que o apoio às atividades de construção oferecido pela modelagem da informação e as recentes exigências de enquadramento dos próximos processos de projeto nessa plataforma criam uma oportunidade para uma nova solução na construção de conhecimento e retroalimentação de novos ciclos do processo de projeto.

Espera-se que a retroalimentação de questões relacionadas à definição de elementos de estruturas em concreto armado (ex.: alternativas de arranjos para armaduras e colocação de fôrmas), permita às empresas de construção dar um próximo passo em direção à implantação do BIM e alavancar o potencial que a implantação desse recurso tem a oferecer, em especial no processo de projeto, começando pelo acesso às informações de maneira descomplicada.

2.2 Gestão do Conhecimento

Conforme apontado na primeira parte da fundamentação teórica, um dos pontos mais críticos para aproximar o projetista da produção e vice-versa diz respeito ao fluxo de informações entre projetos e obras. Considerando que informações podem ser convertidas em conhecimento necessário para essa aproximação e a conseqüente melhoria do processo de projeto e que a GC pode garantir maior recirculação ou reutilização (FANTINATTI, 2008) da informação no processo de projeto, de forma conectada à gestão do processo de projeto, a GC assume o foco principal do presente trabalho, considerando-se sua aplicação no processo de projeto.

A abordagem de GC surgiu a partir das empresas japonesas e tem obtido destaque na prática organizacional. Apesar dos estudos sobre GC serem apresentados em profusão na literatura desde a década de 90, a exploração do tema

é ainda pouco voltada à construção civil e de pouca notoriedade na produção nacional. Ambos os fatos também estimularam a presente pesquisa rumo a um tema menos explorado no meio científico até então.

2.2.1 Dados, informações e conhecimento: o conhecimento como ativo para as organizações

Para compreender algumas das melhorias que poderiam ser atribuídas aos projetos e organizações através da GC, é importante que sejam entendidas as diferenças entre os conceitos básicos de dados, informação e o próprio conhecimento.

De acordo com Rossini e Palmisano (2012, p. 4),

Dados: são os elementos que representam eventos ocorridos em uma determinada empresa, antes que tenham sido organizados ou arranjados de maneira que as pessoas possam entendê-los e usá-los.

Informação: Dado configurado de forma adequada ao entendimento e à utilização pelo ser humano”. Para uma informação deixar de ser um dado precisa que os fatos e acontecimentos sejam contextualizados.

E de acordo com Oliveira et al. (2014, p. 74),

Conhecimento é entendimento, é *expertise*, é a informação combinada com experiência, contexto, interpretação e reflexão. Ele deriva da informação manipulada a partir de dados. E nas empresas, costuma estar embutido em documentos, rotinas, processos, práticas e normas organizacionais.

Para Franco (2001, p. 60), “o conhecimento está no topo da escala que começa com os dados, passando pela informação e conhecimento, e evoluindo em função do valor agregado”. Converter uma informação em conhecimento significa fazê-la circular.

O conhecimento explícito é aquele que já foi ou pode ser articulado, codificado e armazenado de alguma forma. Ele é formal e sistemático. Pode ser facilmente comunicado e compartilhado por meio de especificações de produtos, fórmulas científicas ou programas de computador (NONAKA, 1991). Pode ainda ser expresso por números e palavras ou compartilhado em dados, informações e modelos e é a tipologia escolhida para conduzir esta seção.

Segundo alguns autores, a GC pode ser definida como:

- Um meio de identificar e explorar o conhecimento individual das pessoas da empresa, obtido através de experiências e melhores práticas (MOHAMED; ANUMBA, 2005);
- Um meio de identificar, otimizar e gerir ativos que criam valor, incrementam a produtividade, e que sustentam a vantagem competitiva (NONAKA, 1991; ARGYRIS, 1991; WEBB, 1998);
- Um processo que cria e localiza conhecimento e gerencia sua disseminação e uso dentro e entre organizações (OLIVEIRA et al., 2006);
- Uma coleção de processos que governam a criação, disseminação e utilização do conhecimento para atingir objetivos organizacionais (OLIVEIRA et al., 2006);
- Um processo para identificar, criar, assimilar ou aplicar conhecimento afim de explorar novas oportunidades e aprimorar o desempenho organizacional (YANG, 2011), onde gerentes seniores, gerentes de nível médio e os empregados de linha de frente executam, todos, parte da tarefa.

Segundo Nonaka (1991), a criação de novos conhecimentos é o produto da interação dinâmica entre diferentes papéis e a GC pode ser adotada como uma maneira dos membros da equipe integrarem as diferentes perspectivas individuais em uma nova perspectiva, pois o conhecimento pessoal de um indivíduo se transforma em conhecimento organizacional valioso para a empresa como um todo.

Apesar das dificuldades em converter informações específicas em conhecimentos úteis ou transmitir aos outros a importância daquela informação (NONAKA, 1991), vale destacar que autores como Mohamed e Anumba (2005) evidenciam a aplicação da GC inserida em contextos organizacionais nos quais se encontra uma rica diversidade e quantidade de conhecimento.

De caráter universal, a GC tem importância e usabilidade tanto para empresas de setores tradicionais, como para empresas em setores de ponta, setores primários, manufatureiros ou de serviços. A possibilidade dessa implementação eficaz apoia-se ainda nos fatores promotores identificados nos estudos prévios de Adenfelt e Lagerstrom (2006) e Alvarenga (2007). Segundo Terra (2001), Pawlowsky et al.

(2011), Kohl, Wuscher, Orth e Steinhofel (2015), os princípios expressos nessa prática gerencial são válidos para empresas de todos os setores da economia, sejam elas pequenas, médias ou grandes empresas. Sendo assim, por que a mesma não poderia favorecer empresas de construção independentemente de seu porte?

Para atuar a favor de determinada empresa, a GC pede, segundo Okere (2017), por práticas sistêmicas e padronizadas para gerenciar fontes de conhecimento organizacional através das etapas de criação, organização, armazenamento, recuperação, transferência, acesso, compartilhamento e colaboração apontadas por Kumar e Gupta (2012), em que a empresa interage com suas fontes de conhecimento.

O conjunto captação, transformação, armazenamento, consulta, atualização, compartilhamento, aprendizado e transmissão desse conhecimento (KIM; PARK, 2003) pode resultar em decisões baseadas em acertos, em mais facilidade na elaboração de procedimentos da construtora, mais qualidade na execução e durabilidade do produto, em menos desperdícios e contribuir para um repositório de conhecimento mais rico.

Sobretudo, se aplicada ao processo de projeto (MEDEIROS; MELHADO, 2013), pode contribuir em:

- Melhoria de desempenho do empreendimento através da criação de valor agregado ao projeto, obra e operação, e entre projetos;
- Otimização de processos para aumento da eficiência operacional e redução de prazo e custo;
- Compartilhamento eficiente de informações entre projetos e a cadeia de suprimentos;
- Aumento da base de conhecimento corporativo (memória organizacional);
- Desenvolvimento de soluções para melhoria da construtibilidade;
- Retroalimentação para evitar repetição de erros de incompatibilidade entre projetos; estruturas e processos ineficientes; falhas de projeto que geram retrabalho, desperdício e patologias.

É importante destacar também que o conhecimento desempenha um importante papel nas tomadas de decisão relacionadas a métodos construtivos, identificação e implantação de soluções de problemas (FERRADA; SERPEL, 2014), contribuindo, dessa forma, para a gestão de projetos.

A aplicação da GC no processo de projeto ainda inclui estruturas de comunicação e informação, mecanismos de alimentação de novos projetos, transmissão de informações do projeto para a obra, ferramentas e técnicas para captação e armazenamento de conhecimento gerado ao longo do projeto e adquirido nas obras; todos eles, aspectos que certamente estarão presentes em organizações que aprendem.

Dentro da GC, a empresa que aprende é um conceito da organização baseada na informação e no conhecimento capaz de refletir novos conhecimentos e ideias e convertê-los em novas formas de comportamento (GARVIN, 1993). Segundo o referido autor, esse tipo de organização apresenta habilidades em quatro atividades principais: solução de problemas por métodos sistêmicos (1); experimentação de novas abordagens (2); aprendizado com a própria experiência e antecedentes, e com melhores práticas alheias (3) e transferência de conhecimentos rápida e eficiente em toda a organização (4).

Lições aprendidas são outra parte importante dentro da GC, pois as empresas usam de experiências anteriores para encorajar seus empregados a aprenderem com o passado. Destaca-se o conceito de lição aprendida como soma de todo conhecimento ganho por experiência ou entendimento e que é capturado, registrado, analisado e compartilhado. Tanto os pontos positivos de cada projeto são registrados, quanto os problemas e suas respectivas soluções também (CARRILLO, 2005). Sendo assim, lições aprendidas válidas e aplicáveis, no que diz respeito a um *design*, processo ou decisão, reduzem ou eliminam os potenciais para falhas, ou então reforçam um resultado positivo.

Uma organização será capaz de melhorar se puder aprender algo novo. A solução de problemas e a reengenharia de processos exigem novas formas de atuação compatíveis entre si. Na falta de aprendizado, as empresas – e as pessoas – simplesmente repetem as velhas práticas. Quantas vezes, em nossas organizações, vivenciamos os mesmos modos de falha por não termos aprendido uma lição?

Tendo Rocha (2018, p. 9) como guia,

Um dos instrumentos utilizados para melhor uso das informações, conhecimentos e aprendizado é o registro das lições aprendidas durante a execução de projetos. E incorporar essa prática na execução dos projetos faz com que ações e práticas possam ser replicadas e problemas comuns evitados.

Além dos canais que facilitam a comunicação (e-mail, telefone, ambientes de equipe, reuniões pela net, portais web, plataformas web e videoconferências), sistemas para armazenar e coletar conhecimento são essenciais na GC (SAPSED et al., 2005) porque o acesso a fontes de conhecimento é necessário à resolução diária de problemas (OKERE, 2017).

A empresa precisa, então, ter um sistema ou plataforma que integre via web todas as informações possíveis. É preciso permitir a junção de projetos, acesso, controle e colaboração a conteúdos de projeto, como contratos, documentos, requisição de informação, correspondência de projeto, fotos, vídeos, áudio, conteúdo web, mensagens de texto, etc. (OKERE, 2017) e, assim, o projetista deve conseguir capturar, armazenar, modificar, compartilhar, reutilizar e acessá-las de qualquer localidade, a qualquer momento (MACHADO, 2004).

Na pesquisa de Shokri-Ghasabeh e Chileshe (2014), a falta de tecnologia correta e facilitada (KHALIFA; JAMALUDDIN, 2012) para encontrar banco de dados sobre o conhecimento gerado é uma das barreiras para a captura de lições aprendidas com a GC.

De acordo com Adjei (2015), criar banco de dados, aperfeiçoar o acesso ao conhecimento e sua transferência, melhorar seu contexto e gerenciá-lo como um ativo da empresa são objetivos principais do sistema de GC. Kim e Park (2003) incluem ainda a necessidade de administração, integração e indexação desse conhecimento.

Para Alvarenga (2007), alguns facilitadores da GC para a empresa são: aprendizado organizacional, gestão da inovação, inteligência competitiva, gestão estratégica de informação, desenvolvimento organizacional e gestão de competência, e uma comunidade voltada para a prática.

A conscientização da necessidade e valor a respeito do conhecimento pode ser um caminho para a implantação da GC (OKERE, 2017). A eficácia de sua aplicação depende de integração cultural, organizacional, processual e metodológica, conforme apontado por Minonne e Turner (2009).

Nas organizações que aprendem e com a GC devidamente amparada pela cultura organizacional (KAMHAWI, 2012; TAREK, 2014), algumas das recomendações de Mohd e Eqbu (2010) apontaram o incentivo à cultura de compartilhamento de conhecimento, treinamento e práticas de melhoria. Khalifa e

Jamaluddin (2012) ainda sugeriram às organizações suporte e orientação ao gerenciamento do conhecimento por parte da empresa.

Para Okere (2017), a GC eficaz acontece quando o gerenciamento cria o ambiente certo e políticas para permitirem-na continuamente. Walker e Christenson (2005) defenderam ainda a criação de um centro ou unidade de apoio com excelência em coordenação do conhecimento empresarial entre equipes de projeto.

Quanto às ferramentas de colaboração integradas, o modelo de GC desenvolvido por Ahmad (2010) sugeriu *workshops* de lições aprendidas, revisão de projetos e reuniões, pois divulgar o resultado de lições aprendidas é aumentar o conhecimento organizacional, gerando valor para os projetos, processos, produtos e serviços.

Como próximo passo, resta assimilar elementos importantes da gestão do processo de projeto que favorecem a aplicação da GC e vice-versa e compreender essas duas estruturas inter-relacionadas, conforme segue.

2.2.2 Integração entre Gestão do Processo de Projeto e Gestão do Conhecimento organizacional para promover melhores resultados

A abordagem da GC estimulou estudos em diferentes setores (NONAKA e TAKEUCHI, 1995), sendo poucos deles na construção civil (MEDEIROS, 2012). Nesse setor, sua adaptação como um conceito, método ou técnica recentes envolve um sistema de práticas na gestão de processo de projeto, no qual o conhecimento interfere diretamente. A transferência de conhecimento entre as fases do ciclo de vida do projeto entrelaça as ações colaborativas dessas duas gestões no processo de projeto, pois, como apontado por Medeiros e Melhado (2013), a implementação dessas práticas interfere no nível de maturidade dos processos de projetos, influencia a integração das especialidades envolvidas e, por meio de retroalimentação, disponibiliza informação de qualidade para a tomada de decisão.

Grande parte das decisões tomadas na fase de concepção do projeto pode afetar o ciclo de vida do empreendimento até a fase de operação / manutenção. O projeto tem um papel importante como síntese do conhecimento gerado pela equipe e representa um meio de transmissão de conhecimento entre as etapas subsequentes, nas quais ficam armazenados em processos, produtos, serviços, sistemas e documentos (LUCESI, 2012) e as novas soluções ou revisões

decorrentes da melhoria dos processos. O momento de tomada de decisões, importante ao processo de projeto, é onde o conhecimento interfere diretamente.

A pesquisa de Melhado (2001) analisou o conhecimento e sua influência no processo de projeto, destacando as práticas aplicadas à sua transferência do processo de projeto ao processo de produção e no desenvolvimento de novos projetos utilizados por empresas construtoras. Entre as novas competências identificadas por ele, estão aquelas dedicadas à gestão e à integração com o trabalho dos demais projetistas e com a execução das obras por eles projetadas.

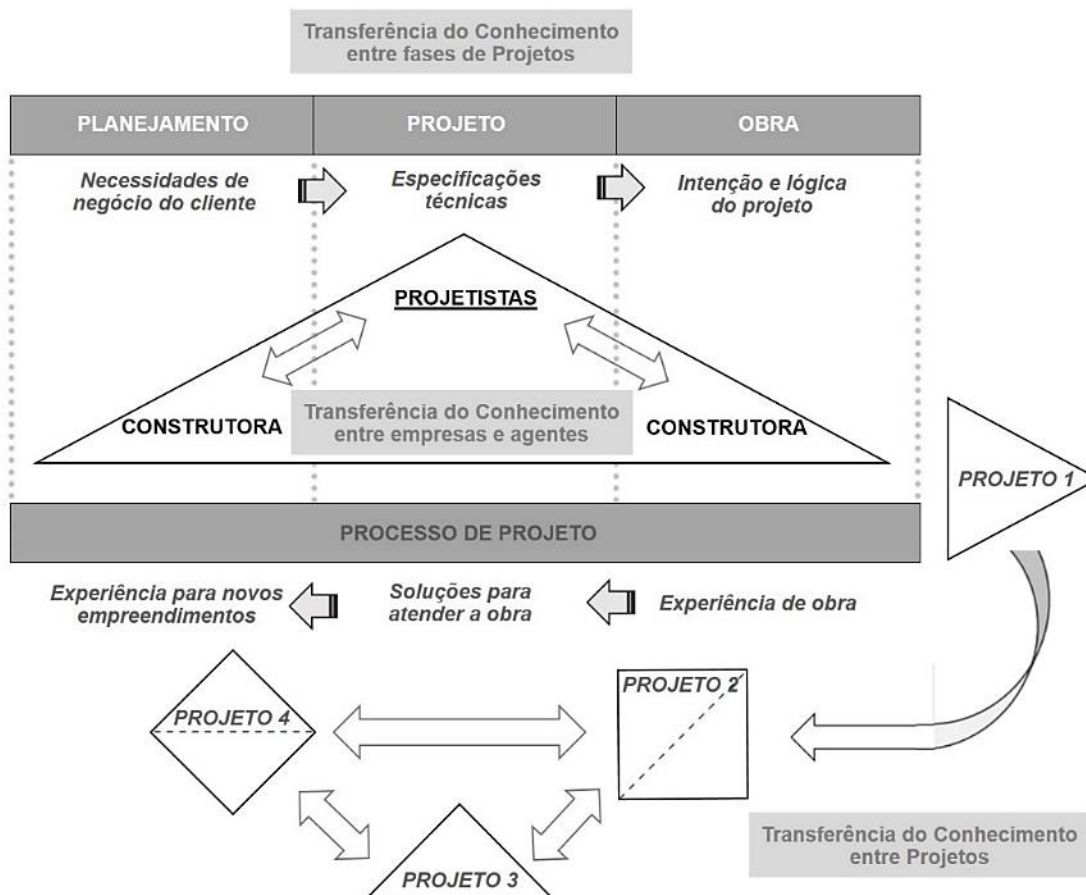
Dave e Koskela (2009) reconheceram que as organizações da construção civil produzem diariamente conhecimento que pode interferir diretamente nos momentos de tomada de decisões do processo de projeto e que poderia, portanto, ser considerado na gestão dos processos de projetos.

Esse conhecimento identificado como um novo recurso organizacional e um novo recurso no projeto pode fazer com que a organização beneficie-se com resultados que transcendem as fronteiras do projeto, indo além do seu ciclo de vida e gerando impactos na estratégia organizacional. A seguir, são citados alguns destes resultados:

- Geração de um ambiente voltado para o aprendizado e inovação (GIRARDI; SOUZA; GIRARDI, 2012);
- Valorização de especialistas *seniores* da empresa para oferecerem suporte e aconselhamento aos membros da organização (YANG, 2011; MEDEIROS; MELHADO, 2013);
- Capacitação e estímulo das equipes com o propósito de garantir o desenvolvimento e utilização do conhecimento para atingir as metas da organização e propiciar a retroalimentação entre projetos, garantindo vantagem competitiva (NONAKA, 1991; ARGYRIS, 1991; WEBB, 1998);

A figura 6 demonstra os fluxos de transferência do conhecimento na construção identificados por Medeiros e Melhado (2013) em alguns estudos de caso: entre fases do projeto, entre empresas e agentes e entre projetos.

FIGURA 6 – Fluxos de transferência do conhecimento entre fases de projetos, entre empresas e agentes, e entre projetos.



Fonte: Medeiros e Melhado (2013). Editado pela autora (2019).

Observando o registro feito acima (Figura 6), é possível perceber o quão rico é o processo de transferência de conhecimento e a quantidade de informação que se pode obter a partir da interface projeto - produção e transformá-la em conhecimento aplicável a novos projetos.

Medeiros e Melhado (2013) destacaram a importância do projeto como síntese de conhecimento gerado pela equipe, e meio de transmissão de conhecimento entre etapas, nas quais ficam armazenadas novas soluções ou revisões decorrentes da melhoria dos processos:

Proveniente das etapas de planejamento e de obra, o conhecimento adquirido pela construtora, segundo sua experiência com empreendimentos passados e as necessidades de negócio, e segundo sua experiência com a obra, pode ser transferido ao projetista por meio de reuniões face-a-face para desenvolvimento e resolução de problemas de projeto ou para registro e apresentação de lições aprendidas. Na etapa

de projeto, soma-se o conhecimento prévio do projetista àquele transmitido pela construtora. Todo esse conhecimento é então utilizado para a retroalimentação e concepção de novos projetos (MEDEIROS; MELHADO, 2013).

A importância da GC no processo de projeto deve-se ao fato dela permear todo o processo, desde a estruturação do empreendimento até a construção da edificação, iniciando no planejamento, passando pela elaboração do projeto do produto (edificação) e dos projetos para produção e pela execução da obra, estendendo-se até a fase de uso e manutenção (MELHADO, 1994; KAMARA et al., 2002; ROMANO, 2003).

Com isso, a aplicação da gestão de projetos combinada com as práticas da GC acabou gerando novas premissas a serem consideradas num contexto onde ambas as disciplinas trabalham em total sinergia (DEHTEAR, 2015). A junção dos conceitos envolvidos nessas duas sistemáticas pode ajudar a melhorar o processo de projeto, principalmente por meio de lições aprendidas.

2.2.3 Princípios da informação e agentes do processo de projeto na organização baseada no conhecimento

O seguinte embasamento oferece recursos teóricos para os dados levantados diretamente do problema. A seguir, são apresentadas referências e características claras de como a informação e os projetistas devem trabalhar a fim de evitar um possível desperdício da informação (TAN et al., 2012) durante a tentativa de aprimorar os processos de projeto.

Lembrando que o componente de informação figura como peça essencial para a captura e produção de conhecimento em projeto (ANDRADE; FERREIRA; PEREIRA, 2010), no processo de projeto é onde residem as grandes oportunidades de transferência de informação e, conseqüentemente, de compartilhamento de conhecimento entre as fases do ciclo de vida do projeto e entre as fases do ciclo de vida do empreendimento (MEDEIROS; MELHADO, 2013).

Vale destacar que, através de modelos, detalhes, procedimento e lições aprendidas (CARRILLO; CHINOWSKY, 2006) para disseminação e utilização em outros projetos, o conhecimento pode ser incorporado à memória organizacional da empresa.

Silva e Novaes (2007) e Tan et al. (2012) caracterizaram o conceito da sociedade da informação ou do conhecimento pela intensidade, velocidade e abrangência com as quais as informações se propagam e são utilizadas e novos conhecimentos, gerados. Em empreendimentos imobiliários destacaram a equipe de projeto de edificações, a qual foi caracterizada como uma equipe de gestão do conhecimento constituída não somente dos profissionais de projeto, mas de outros agentes envolvidos.

Para Silva e Novaes (2007, p. 40), a equipe de projeto “apresenta um grande potencial enquanto centro de informação e conhecimento devido às exigências de intensiva troca e análise de informação imposta pela própria natureza do produto a ser projetado” e uma das características ideais dessa equipe seria uma linguagem em comum, enquanto os resultados a serem obtidos durante sua preparação e desenvolvimento repercutiriam na transparência das informações, as quais devem ser difundidas de forma eficaz a todos os colaboradores para o sucesso de um projeto.

Na visão dos autores, as informações estão distribuídas entre os diversos agentes do processo de projeto com enfoques diferentes e um grau de complexidade variado. Além do registro e da classificação (DESHPANDE; AZHAR; AMIREDDY, 2014) das mais relevantes (as quais passam a constituir uma memória técnica), é importante a definição do conteúdo dessas informações para a sua transmissão adequada e em tempo real.

Os sistemas de informação, enquanto conjunto de componentes inter-relacionados, devem coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir a informação para facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório dentro da organização (LAUDON; LAUDON, 1999).

Para Silva e Novaes (2007, p. 48),

É importante salientar, que o sistema de informação utilizado pela empresa deve ser aberto, pois desta forma ele permite alterações quando necessário, garantindo a permanente eficácia do sistema de informações adotado. A utilização adequada dos sistemas de informação aliado às tecnologias de informática permite distribuir, compartilhar e transferir, instantaneamente, informações, conhecimentos e experiências registradas, e gerar, desse modo, novos métodos e procedimentos que agreguem valor ao processo de projeto.

A fim de possibilitar um ambiente propício para troca de informações com um processo de aprendizado sistemático e contínuo, Medeiros e Melhado (2013)

sugeriram que fosse aplicada a GC para disponibilizar e disseminar as informações convertidas em conhecimento a todos os agentes da cadeia da construção.

Segundo Franco (2001), o processo de tratamento da informação na gestão do conhecimento compreende estas três dimensões:

Coleta – consiste na aquisição de dados, classificação, estocagem, recuperação, edição, verificação, apresentação, agregação, disseminação e avaliação.

Análise – consiste na filtragem da informação; síntese: elaboração de um mapa de informação; hipótese: elaboração de cenários e construção; prova das suposições que guiam a síntese e a hipótese.

Implicações – consiste em como enfrentar as oportunidades e as ameaças (quanto ao comportamento dos concorrentes ou mudanças no ambiente externo) e deve ser compartilhada entre o pessoal da gestão do conhecimento e o cliente.

O processamento de informações pode ainda ocorrer ao nível das várias redes informais ou de relacionamento. O contato face a face em reuniões para desenvolvimento e resolução de problemas de projeto ou para registro e apresentação de lições aprendidas foi identificado como melhor canal de comunicação para compartilhar conhecimentos relacionados ao processo de projeto, tanto para equipes de gestão, como de projeto e obra. Fatores como dúvidas no dia a dia de execução da obra, reuniões de acompanhamento de projeto, solução de problemas de construtibilidade, atendimento a exigências de certificação de sustentabilidade, mudança de escopo do cliente, dentre outros, podem impulsionar a interação entre agentes, a qual gera conhecimento em cada projeto (MEDEIROS; MELHADO, 2013).

Registros formais escritos podem dar lugar a lições aprendidas formatadas em estilo de narrativa. Para assegurar a transmissão e uso do conhecimento e sua aplicação em outros projetos, seminários e fóruns de discussão para apresentação e divulgação de lições aprendidas (com patologias e memória técnica difundidas) e participação em comunidades de prática ou redes sociais podem ser usados para compartilhar experiências (MEDEIROS; MELHADO, 2013).

O conhecimento e o perito em sua área de conhecimento estão dispersos e frequentemente guardados em indivíduos e grupos, os quais, ao interagirem com ambientes eletrônicos adequados, como plataformas de compartilhamento (WU et al., 2012), podem então contribuir para o aprendizado organizacional e incrementar processos de inovação (SILVA; NOVAES, 2007).

Medeiros e Melhado (2013) atribuíram importância às seguintes ações: disponibilizar ferramentas provenientes da GC (como procedimentos operacionais padrão, sistemas de qualidade, ferramentas colaborativas para facilitar o compartilhamento de conhecimento incorporadas a sistemas de gestão integrados); oferecer treinamento para capacitação e estímulo das equipes com o propósito de garantir o desenvolvimento e utilização do conhecimento para atingir as metas da organização e propiciar a retroalimentação entre projetos.

A divulgação de especialistas sêniores da empresa para oferecer suporte e aconselhamento aos membros da organização, principalmente no início de novos projetos, também ajuda a compor os exemplos de iniciativa de compartilhamento de conhecimento. Definir profissionais mais experientes para orientar as pessoas e monitorar os processos, conduzir, coletar, organizar e divulgar as melhores práticas e o conhecimento individual identificados, facilita a busca e o contato entre as competências existentes na empresa para consulta e troca de experiência (MEDEIROS; MELHADO, 2013).

Para a empresa, vale “esquecer” conhecimentos antigos que se tornaram obsoletos para adaptar-se às mudanças de mercado e potencializar as competências que podem ser perdidas. Importante também é manter o conteúdo de conhecimento armazenado nos sistemas integrados da empresa constantemente atualizado (MEDEIROS; MELHADO, 2013).

O arranjo funcional da equipe de projeto e construção, assim como a estrutura do contrato firmado com as empresas, influem na forma de comunicação, a qual pode estimular ou dificultar a interação entre agentes, e o contato direto entre construtora e projetistas propicia a troca de informações que foram convertidas em conhecimento, ainda que seja uma troca reduzida, no caso de um gerenciador como mediador (MEDEIROS; MELHADO, 2013).

Os princípios de Fantinatti (2008) para tratar a informação, atrelados à sua recirculação no processo de projeto para torná-la conhecimento, ajudaram a elaborar algumas das perguntas voltadas para o compartilhamento, disseminação e

reutilização de conhecimento nas entrevistas e a contrastar as respostas com as referências apresentadas sobre como a informação e os agentes do processo de projeto devem trabalhar.

2.2.4 Discussão e Síntese da Seção: compondo um instrumento de coleta de dados nos estudos de caso

Nesta etapa, procurou-se traçar um caminho no entendimento dos possíveis fatores que tornam o conhecimento extraído na produção em uma informação disponível para a organização utilizá-lo para retroalimentar o processo de projeto.

Considerar a GC como uma maneira de integrar diferentes perspectivas individuais numa nova perspectiva (NONAKA, 1991) e de retroalimentar projetos estruturais atualmente desenvolvidos em BIM, abre a possibilidade de integrar parte do conhecimento da produção nas decisões de projeto e na concepção de novos projetos.

A junção entre gestão do processo de projeto e GC deve servir às organizações para tentarem a tecnologia BIM em outro nível de desenvolvimento de um projeto de estrutura de concreto armado: um que contribua ainda mais para a melhoria do projeto.

Verificar nas empresas estudadas algumas das habilidades apontadas por Garvin (1993) como práticas sistêmicas para gerenciar fontes de conhecimento (KUMAR; GUPTA, 2012), experimentação de novas abordagens, aprendizado com a própria experiência e antecedentes e transferência de conhecimento da produção ao projeto de forma rápida e eficiente seriam exemplos de como tornar o conhecimento extraído uma informação disponível para a organização para, então, utilizá-lo na retroalimentação de uma das etapas do processo de projeto. Quanto à interface entre projetista e construtora, ela implica em levar ao projetista o conhecimento da construtora segundo as lições aprendidas na produção. O projetista, enquanto tomador de decisões, poderia usar do conhecimento adquirido na execução de estruturas de concreto armado para concepção de um novo projeto.

Se conhecimento pode ser capturado e compartilhado (NONAKA, 1991) em dados, informações e modelos, então quais pontos de cada projeto estão sendo aproveitados pelos projetistas dos estudos de caso, quanto aos seus aspectos positivos, problemas e suas soluções? Se o projeto é de fato retroalimentado, então

sabe-se de que o modo o tomador de decisões está usando – e pode continuar a usar - de conhecimento adquirido na execução de estruturas de concreto armado para concepção de um novo projeto.

Identificar a existência desses fatores e suas variações e como eles ocorrem ajudaria a compreender como o conhecimento é retroalimentado pela construtora aos projetistas, e como a oportunidade BIM está sendo utilizada nos dois casos com perspectivas distintas de fazer projeto, para que o conhecimento possa retroalimentar o processo de projeto.

Com base nas referências citadas, identificaram-se obstáculos e desafios para se fazer a GC em empresas e para o uso efetivo de lições aprendidas. E esses indicadores forneceram, posteriormente, construtos e variáveis para desenvolver o estudo empírico nas empresas estudadas.

O conhecimento adquirido com a experiência da construtora na produção de outras obras e necessidades de negócio é transferido ao projetista por meio das informações mencionadas durante o *briefing* de projetos, sobre o que a construtora precisa e espera do projeto. Na etapa de projeto, soma-se o conhecimento prévio do projetista, segundo sua experiência e lições aprendidas com projetos passados, àquele transmitido pela construtora. Todo o conhecimento resultante dessa interface pode então ser aplicado a novos projetos.

O quadro a seguir sintetiza os itens considerados importantes para a fundamentação teórica e avaliação do trabalho. Dentre os principais temas abordados com a revisão de literatura, gestão do processo de projeto, GC e BIM, sobrepõem-se em momentos diversos.

QUADRO 3: Resumo e sistematização da base teórica

	Revisão de literatura	Temas		
		Gestão de Projetos	Gestão do Conhecimento	BIM
RESUMO	Busca por alternativas que contribuam no processo de projeto.		Retroalimentação, disseminação das informações e integração para aprimorar o processo de projeto.	Uma oportunidade para facilitar o acesso e a troca de informações.
	↓			
	Espaço entre o projetista e a execução	Movimento retrospectivo da informação a partir da interface de projeto e produção para detectar possíveis desperdícios de informação para a construção de conhecimento.		
	↓			
	Interface projeto-produção.	Possibilidade de integrar conhecimento da produção nas decisões de projeto e na concepção de novos projetos.		
	↓			
	O conhecimento como ativo para as organizações.		Uso do conhecimento adquirido na execução de estruturas de concreto armado para concepção de um novo projeto.	
	↓		A GC integra diferentes perspectivas e retroalimenta projetos estruturais desenvolvidos em BIM.	
	A organização baseada no conhecimento.		A informação como peça essencial para a captura e produção de conhecimento em projeto.	
	↓		Disponibilidade de informação para o processo decisório dentro da organização e integração entre os membros de equipe.	
Princípios da Informação e agentes no processo de projeto.		Compreensão do movimento retrospectivo da informação para a construção de conhecimento.		
↓				
Retroalimentação de questões relacionadas à definição de elementos de estruturas em concreto armado e o potencial que a implantação do BIM tem a oferecer no processo de projeto.				
↓				
Gestão do processo de projeto e GC	Possibilidade de retroalimentar o processo de projeto, melhorar a qualidade das tomadas de decisão e contribuir no desenvolvimento de projetos de novos empreendimentos imobiliários.			
↓				
Junção da gestão do processo de projeto e GC para as organizações tentarem o BIM em outro nível de desenvolvimento de projetos de estrutura de concreto armado.			Identificação de boas práticas e problemas no processo de projeto em BIM.	
↓				
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA				

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

3. MÉTODO DE PESQUISA

A seguinte seção apresenta o método de pesquisa adotado para o desenvolvimento do trabalho. O método desdobra-se na estratégia de pesquisa, no delineamento lógico e nos procedimentos adotados passo a passo. Na sequência, são apresentadas as características dos casos estudados.

3.1 Estratégia de Pesquisa: estudo de casos múltiplos

O presente trabalho adota a metodologia de Estudo de Caso, considerando como estratégia estudos de casos múltiplos (CARNEIRO, 2018), cuja comparação possibilita entender o processo analisado, buscando atender ao objetivo da pesquisa.

Entende-se o Estudo de Caso como um estudo em profundidade universalmente aceito e feito por meio da análise detalhada de um fenômeno ou processo, buscando a descoberta e valorizando o conhecimento experiencial (YIN, 2005). Ele pode ser descritivo ou explicativo (exploratório ou confirmatório), e cujas observações são feitas sem a manipulação de variáveis. Considerando que a ciência poderia avançar de forma robusta explorando um caso ou poucos casos, é uma abordagem adequada quando se busca compreender um fenômeno em profundidade e em situações reais para se chegar a resultados de igual êxito.

Sobre a caracterização dos estudos de caso e a questão da aplicabilidade em outros contextos de conhecimento produzido por esse tipo de pesquisa, sabe-se que, segundo Yin (2005, p.39), na generalização do estudo de caso, cada caso deve ser selecionado de acordo com uma das seguintes previsões: em uma delas espera-se encontrar resultados semelhantes nas diversas unidades investigadas (replicação propriamente dita) e, na outra, esperam-se resultados diferentes em razão de fatores previamente antecipados pelo pesquisador (replicação teórica).

Para o referido autor, o pesquisador pode gerar proposições teóricas que seriam aplicáveis a outros contextos a partir de um conjunto particular de resultados. A isso Yin (2005) denomina generalização analítica, a qual tenta romper com sentidos comuns específicos.

A pesquisa enquadra-se como qualitativa, pois pressupõe uma abordagem analítica descritiva (GIL, 2002) do processo de projeto de duas empresas e

aproximações entre elas para verificar como um determinado problema se manifesta nas atividades, procedimentos e interações cotidianas (CRESWEL, 2007).

A pesquisa qualitativa tem como principais características uma abordagem interpretativa do mundo para tentar entender certos fenômenos em seus cenários naturais (DENZIN; LINCOLN, 2006) e uma coleta de dados criteriosamente detalhada dos fatos e fenômenos de determinada realidade (CRESWEL, 2007, p. 186), de forma a obter informações a respeito daquilo que já se definiu como problema a ser investigado (TRIVIÑOS, 2008).

Godoy (2005) destaca alguns pontos fundamentais a serem atendidos na condução da pesquisa qualitativa, apresentados no Quadro 4.

QUADRO 4 – Pontos fundamentais para a pesquisa qualitativa

PONTOS FUNDAMENTAIS PARA PESQUISA QUALITATIVA	
CREDIBILIDADE	Apresentação de resultados dignos de confiança.
TRANSFERIBILIDADE	Não se tratando de generalização, mas no sentido de realizar uma descrição densa do fenômeno que permita ao leitor imaginar o estudo em outro contexto.
CONFIABILIDADE	Em relação ao processo desenvolvido pelo pesquisador.
CONFIRMABILIDADE	Em relação aos resultados: envolve avaliar se os resultados estão coerentes com os dados coletados
EXPLICITAÇÃO CUIDADOSA DA METODOLOGIA	Detalhamento minucioso sobre como a pesquisa foi realizada.
RELEVÂNCIA DAS QUESTÕES DE PESQUISA	Em relação a estudos anteriores.

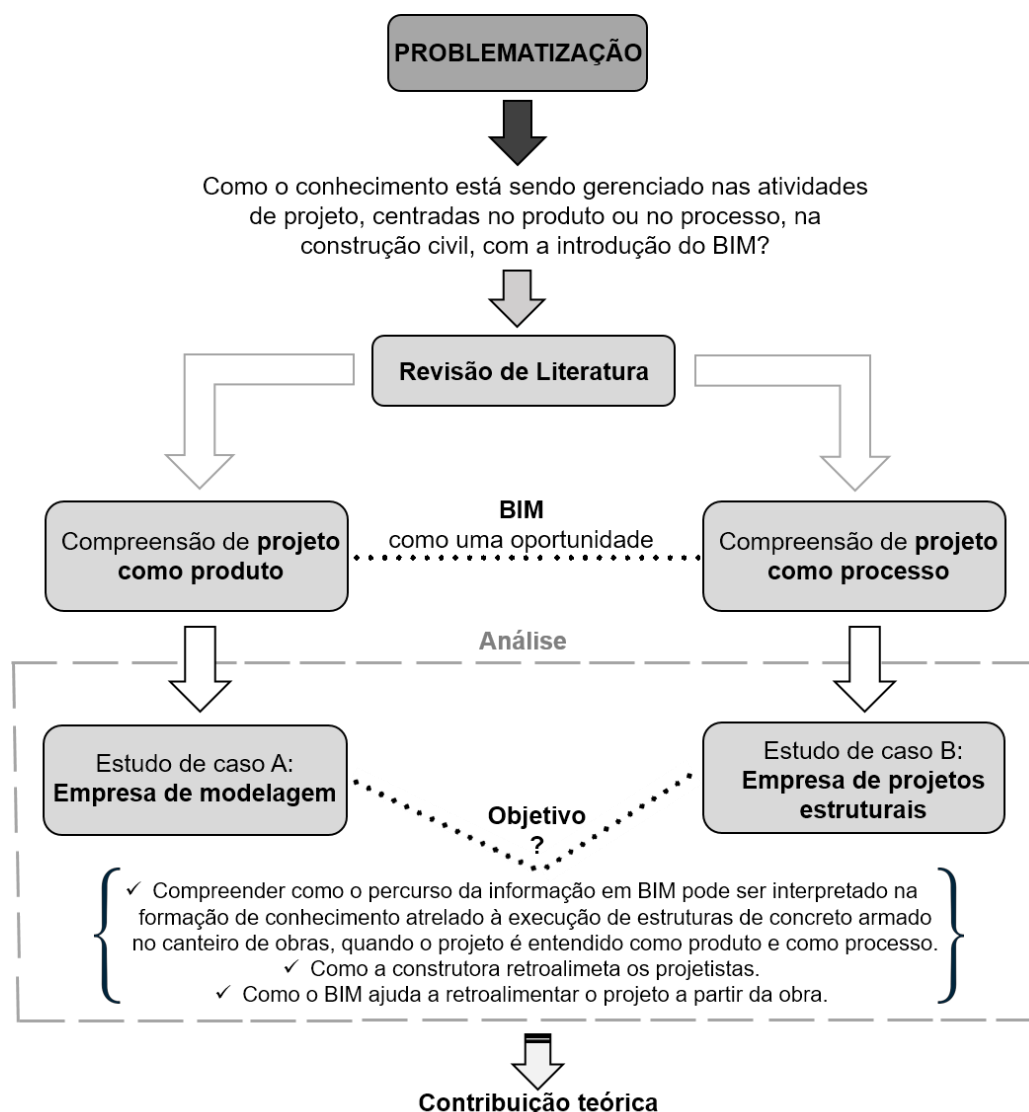
Fonte: Godoy (2005). Editado pela autora (2020).

O estudo de caso utilizado para compreender o percurso da informação em BIM na formação do conhecimento atrelado à execução de estruturas de concreto armado, quando o projeto é baseado no produto e no processo, justifica-se pela tentativa de compreender e atender um problema de gestão já conhecido e recorrente das organizações de construção civil para, então, aprimorar o processo de projeto.

3.2 Delineamento do processo de pesquisa

A pesquisa foi dividida em cinco fases, de forma não linear, e tendo sobreposições entre elas.

FIGURA 7 – Delineamento do Processo de Pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

A primeira fase foi de compreensão e teve por objetivo encontrar um problema de relevância para as empresas investigadas e obter um entendimento profundo sobre o tópico. Com a macro-área da pesquisa definida em gestão de projetos, a fase de problematização consistiu no início da revisão bibliográfica relativa aos atuais

sistemas de controle de qualidade em processo de projeto e sua interface com a produção.

Além da gestão do processo de projeto, que trata da integração entre diferentes especialidades e disciplinas envolvidas, tem-se como plano de fundo a GC como meio de usar algum conhecimento para estruturar o processo de retorno da informação, a qual estava no canteiro de obras e a construtora possui e a qual o projetista não conhece até então porque está distante da obra.

Com isso, a revisão se estendeu até o cerne da pesquisa: aproveitamento de lições aprendidas por meio da retroalimentação de projetos no contexto BIM.

A justificativa para abordar projeto no contexto BIM é que a literatura aponta sua predominância como uma proposta global com uma visão de projeto cada vez maior e forçada legalmente, fazendo dela uma oportunidade.

Neste segundo momento, a problematização baseia-se na diferença entre “projeto enquanto produto” e “projeto enquanto processo” através da descrição de atividades de projeto de duas empresas de Londrina-PR, sendo uma delas de modelagem especializada em BIM e a outra, de projetos estruturais cujo engenheiro gestor utiliza o BIM na concepção de seus projetos, pois se definiu que os estudos de caso deveriam ser exemplos próximos a essa oportunidade.

Foram selecionados, no primeiro caso em estudo, objetos de análise, contendo modelagens em tipologias e estágios diversos e projetos pré-executivos e executivos, com detalhes e especificações incorporados nos desenhos técnicos no segundo.

Partindo da ideia de integrar conhecimento da produção em projeto ou decisões de projeto para promover a melhoria do processo de desenvolvimento do produto, acredita-se que o estudo comparativo poderia ressaltar, numa terceira fase, a diferença entre o conhecimento presente em casos representativos de uma gama de empresas dessa natureza; o primeiro deles, com conhecimento para a entrega de informações técnicas necessárias para a concretização da obra e o segundo, com conhecimento para a criação e entrega de valor ao cliente.

Por meio de entrevistas semiestruturadas aplicadas aos engenheiros gestores, puderam ser analisados, numa quarta fase, os modos diversos de comunicação entre eles e a construtora, e entre eles e a equipe de obra, bem como o percurso da informação entre estes agentes na formação do conhecimento atrelado à execução de estruturas de concreto armado.

Na sequência, extraiu-se a diferença nas informações detidas pelas empresas estudadas e na forma como o conhecimento é gerenciado no processo de projeto de cada uma delas quanto ao aproveitamento de lições aprendidas e soluções mais adequadas para a obra. Sobretudo, foi possível uma melhor compreensão na maneira como o conhecimento afeta a modelagem da informação na construção e como a oportunidade BIM é utilizada em ambos os casos com perspectivas distintas de fazer projeto.

Por fim, a organização das contribuições teóricas traz a discussão teórica, metodológica e conceitual frente ao conhecimento existente.

3.3 Procedimentos para coleta e análise sistemática de dados

Os relatos de um estudo de caso devem descrever os métodos de trabalho empregados para que seja possível julgar a validade e os vieses da informação (YIN, 2005). Foram então usadas fontes de evidência variadas, as quais são definidas de modo que a investigação resulte em dados mais consistentes para uma pesquisa.

De acordo com Yin (2005), o estudo de caso é um método que, além do planejamento, abrange técnicas de coleta de dados e a análise dos mesmos. Para o autor, devem ser seguidos alguns princípios importantes para o trabalho de coleta de dados:

- I) Devem ser utilizadas duas ou mais fontes de evidências que convergem em relação ao mesmo conjunto de fatos ou descobertas; assim, salienta-se que qualquer descoberta ou conclusão em um estudo de caso poderá ser mais convincente quando se basear em múltiplas fontes distintas de evidência, obedecendo a uma triangulação.
- II) É necessário estabelecer um encadeamento de evidências, ou seja, ligações explícitas entre as questões feitas, os dados coletados e as conclusões a que se chegou.

De acordo com o referido autor, as evidências para um estudo de caso podem vir de fontes distintas:

QUADRO 5 – Fontes de evidência para estudos de caso

FONTES DE EVIDÊNCIAS PARA ESTUDOS DE CASO	
ANÁLISE DE DOCUMENTOS	O uso de documentos implica em corroborar e valorizar as evidências oriundas de outras fontes, podendo fornecer detalhes específicos para corroborar as informações obtidas, as quais geram indícios para investigar mais a fundo determinados tópicos.
ENTREVISTAS	Os dados obtidos a partir dessa fonte devem ser considerados apenas como relatórios verbais e ser contrastados por informações obtidas de outras fontes, uma vez que as entrevistas estão sujeitas a problemas como preconceitos, memória fraca, articulação pobre ou imprecisa. Entrevistas abertas (ou espontâneas) obtêm a opinião dos respondentes sobre determinados eventos e eles apresentam suas próprias interpretações sobre certos acontecimentos, podendo-se usar essas proposições como base para uma nova pesquisa. Entrevistas semiestruturadas (ou focais), são respondidas em um curto período de tempo através de uma conversa informal, mas segundo um conjunto de perguntas originadas a partir do protocolo de estudo de caso.
OBSERVAÇÃO DIRETA	Nas observações formais, são desenvolvidos protocolos de observação para avaliar a incidência de certos comportamentos durante certos períodos de tempo nas visitas de campo. Observações diretas informais podem ser feitas durante as visitas de campo ou ao coletar dados de outras fontes de evidência.
REGISTROS FOTOGRÁFICOS	A partir das observações diretas ou participantes, podem ser feitos registros fotográficos que podem ajudar a transmitir as características importantes do estudo.

Fonte: Yin (2005). Editado pela autora (2020).

Considerando que estudos de caso usam uma variedade de fontes de informação coletadas em diferentes momentos e em situações variadas (YIN, 2005), recomenda-se o emprego de diferentes instrumentos de investigação, de uma variedade de informantes e de uma diversidade de contextos, com a subsequente triangulação das informações obtidas (DAWSON, 1982).

Para direcionar a coleta e análise de dados das empresas envolvidas no estudo, a revisão de literatura fundamentou a elaboração de um quadro síntese (Quadro 6) que demonstra as fontes de evidência e os instrumentos de coleta usados para responder a cada um dos objetivos.

QUADRO 6 – Instrumentos de coleta de dados

Objetivo geral	Objetivo específico	Constructo	Instrumentos de coleta de dados e evidências
Compreender a gestão do conhecimento em processo de projeto desenvolvido com a tecnologia BIM, utilizando como objeto de análise o projeto e a execução de estruturas de concreto armado.	Compreender a aplicação dos mecanismos de retroalimentação de informação na construção civil, atentando para a diferença entre os enfoques centrados no produto e no processo.	Práticas de GC	<ul style="list-style-type: none"> o ANÁLISE DE DOCUMENTOS para buscar evidências de elementos de GC no processo de projeto em BIM, entendendo como pensam o processo de projeto para reutilização do conhecimento; e REGISTROS FOTOGRÁFICOS das ferramentas utilizadas pelas empresas; o Aplicação de questionário e ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA com os engenheiros gestores das empresas, e contraste com informações obtidas de outras fontes, para saber quais práticas associadas à GC são empregadas e qual sua aplicação no processo de projeto (estruturas de comunicação e informação; mecanismos de alimentação de novos projetos; transferência de informações da construtora ao projetista e/ou obra para o projeto; formato das informações de projeto; ferramentas e técnicas para captação e armazenamento de conhecimento gerado para com as diretrizes de projeto, ao longo do projeto e para aquele adquirido nas obras). o OBSERVAÇÕES DIRETAS dos softwares de gerenciamento utilizados. o Aplicação de questionário e ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA com os engenheiros gestores das empresas; o Mapeamento dos processos de projeto demonstrando o percurso de informações em cada uma das empresas, com apontamento de possíveis desperdícios de informação e conhecimento.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Como um protocolo, puderam ser identificadas, num primeiro momento, características do processo de projeto das empresas estudadas que pudessem guardar semelhanças com a GC e compreender como melhoram a qualidade de tomadas de decisão em seus processos de projeto.

Com constructos que representam uma interpretação dos princípios verificados na literatura, o protocolo para coleta e análise de dados foi essencial para estabelecer as diretrizes do estudo empírico, sobretudo para a elaboração de questões direcionadoras para conduzir as entrevistas semiestruturadas (Apêndice A) com os agentes do processo, cujas perguntas iniciais seguiram as seguintes categorias:

- ✓ Identificação de conhecimentos relacionados à execução de estruturas de concreto armado no canteiro de obras;
- ✓ Integração entre diferentes especialidades e disciplinas envolvidas;
- ✓ Precisão das especificações técnicas comunicadas em projeto, formato das informações de projeto, nível de detalhes de projeto, incorporação de informações na modelagem ou solicitação de detalhes da modelagem ao projetista, qualidade do produto entregue;
- ✓ Sequência de projetos e dos procedimentos realizados;
- ✓ Disponibilidade de recursos;
- ✓ Principais responsáveis pelos projetos e pelas informações de projeto;
- ✓ Grau de familiarização do projetista com o BIM;

- ✓ Práticas sistêmicas para gerenciar fontes de conhecimento;
- ✓ Interface entre projetista e construtora e entre projetista e equipe de obras;
- ✓ Compatibilidade entre as soluções das várias especialidades envolvidas.

A primeira parte das entrevistas ajudou a conhecer a composição das empresas estudadas, seus métodos de trabalho e especialidade, mas também a confirmar a interface projeto e produção e a compreender o modo como essa interface acontece.

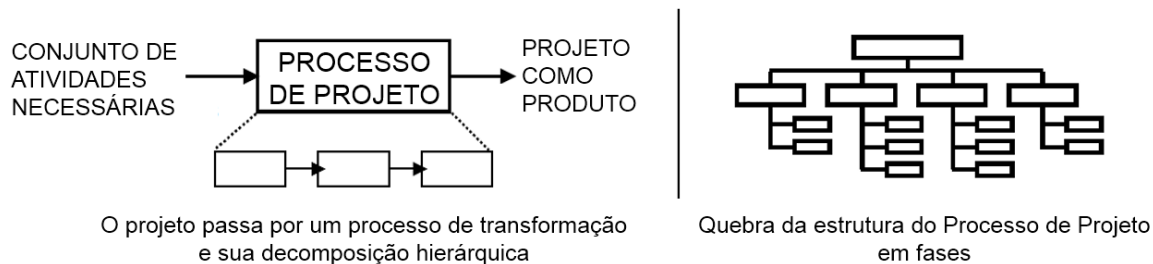
Segundo Davenport e Prusak (1998), a transformação da informação em conhecimento é possível a partir da comparação (como as informações relativas a um determinado assunto podem ter alguma aplicação em outras situações), consequências (implicação que uma informação pode ocasionar para a tomada de alguma decisão ou ação), conexões (relação entre o conhecimento adquirido e aquele já existente) e conversação (o que os profissionais pensam sobre determinada informação).

Com base nas contribuições obtidas na primeira parte das entrevistas e da literatura, na segunda parte buscou-se, de forma mais direcionada, o levantamento dos conhecimentos técnicos transmitidos para o desenvolvimento dos projetos, as informações incorporadas pelo projetista, com potencial para serem incorporadas e as desperdiçadas na formação de conhecimento para aprimorar o processo de projeto, o percurso dessa informação e uma possível diferença quanto à utilização do BIM.

Como parte do procedimento de observação do percurso da informação, foram elaborados os mapeamentos do processo de projeto (ver apêndices B e C) de ambas empresas, contendo os fluxos principais de informações e, dentre eles, aquele entre construtora e modelador ou projetista, caracterizando-o quanto aos seus pontos positivos e oportunidades de melhoria.

No mapeamento do processo de projeto, a divisão do PDP em fases e em grupos de atividades é uma das maneiras para lidar com a complexidade do processo, pois estabelece pontos de controle que contribuem para aumentar a eficácia do gerenciamento deste processo. Essa prática de captura de conhecimentos garante a exposição de todos os agentes e etapas através de um plano bidimensional que auxilia na identificação e análise das trajetórias das informações durante o processo.

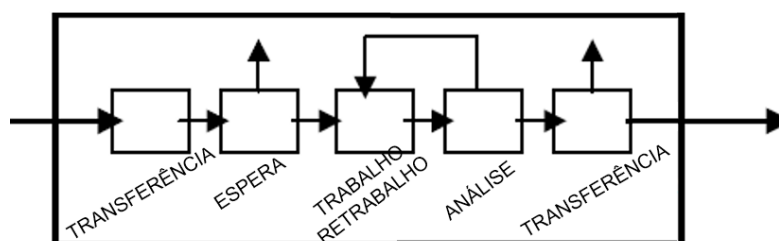
FIGURA 8 – Transformação do Processo de Projeto



Fonte: Koskela (2000). Editado pela autora (2019).

O desmembramento da estrutura de trabalho com exposição de responsabilidades pode apontar os momentos de transferência de informação, mas também os períodos críticos (pausas, retrabalhos, tomadas de decisão, integração entre membros de equipe, etc.), conforme demonstrado por Koskela (2000).

FIGURA 9 – Projeto como Fluxo



Fonte: Koskela (2000). Editado pela autora (2019).

Depois de mapeados, os processos de projeto foram validados com os seus respectivos gestores. Puderam ser levantadas com as empresas estudadas as principais informações necessárias para integração entre projeto-produção a serem inseridas ou adaptadas no modelo BIM. Na segunda empresa estudada, puderam ser identificados alguns dos requisitos do processo construtivo de estruturas de concreto armado que precisariam ser incorporados no projeto estrutural desenvolvido em BIM.

As análises das informações e documentos provenientes do encontro com cada um dos engenheiros gestores e as entrevistas com eles realizadas ofereceram dados para comparar as evidências coletadas com outras fontes a fim de ampliar a confiabilidade do estudo. Para efeito de triangulação, as informações obtidas com os engenheiros foram confrontadas com os documentos gráficos provenientes de ambas as empresas, com os conteúdos dos *websites* das construtoras contratantes, com a visualização dos *softwares* mencionados e com a revisão de literatura, cuja

sistematização empregada consistiu na comparação dos resultados obtidos com a visão dos principais autores mencionados no trabalho e na discussão sistemática desses resultados para evidenciar se há concordância ou discordância entre o conteúdo apresentado e seus respectivos pontos de vista.

3.4 Perfil das empresas de projeto

Empresa A - projeto enquanto produto

Esta empresa de pequeno porte foi uma das primeiras a oferecer serviços de modelagem BIM na cidade na área de engenharia e atua há 3 anos com oferta de gestão de projetos nas etapas de Pré-Executivo e Executivo do processo de projeto. Em seu portfólio, há predominância de soluções de projetos estrutural e hidráulico fornecidos em 2D e sua compatibilização, usando modelagem 3D, com os demais projetos complementares contratados pela construtora, ou apenas compatibilização, usando modelagem 3D, entre todos os projetos contratados pela construtora. De modo geral, projetos que apresentam alguma carência de informação.

Por ocasião do desenvolvimento deste estudo de caso, seus clientes eram caracterizados como construtoras de pequeno e médio porte, cuja equipe de projetistas desconhecia as técnicas e métodos de modelagem, sem apresentar autonomia em BIM.

Os empreendimentos desenvolvidos pelas empresas contratantes incluem residências de alto padrão, com metragem entre 300 e 700m², edifícios comerciais de baixo gabarito de altura e de médio padrão, os quais variam entre 1.000 e 1.500m² e residenciais verticalizados de médio padrão, de aproximadamente 15.000m². A estrutura desses empreendimentos é feita em perfis pré-moldados ou concreto armado moldado *in loco*. As referidas obras localizam-se em cidades de pequeno e médio porte, como Londrina-PR, Franca-SP, Villa Velha-ES e São João da Barra-RJ.

O objeto de análise neste estudo de caso é o desenvolvimento de modelagem com uso de BIM para um dos projetos de uma construtora, denominada neste trabalho como Construtora Alfa.

A empresa A investe em recursos humanos, com uma composição diversificada de profissionais na equipe e sua constante capacitação. Ela é formada por dois engenheiros modeladores que são especialistas em engenharia digital com domínio

em programas de modelagem e compatibilização (dentre eles, o engenheiro gestor), um engenheiro coordenador de obra (especialista em estruturas e acompanhamento de obras), um engenheiro orçamentista, um engenheiro júnior e dois engenheiros terceirizados, especialistas em cálculo estrutural, que apenas dimensionam os projetos recebidos.

Essa empresa investe também em recursos tecnológicos básicos e oferece a essa equipe diversidade de *softwares* e capacidade de desempenho dos computadores para viabilizar programas de modelagem BIM, como Tekla, Revit, e Navisworks, para atribuir um certo nível de detalhes incorporados na modelagem (o qual varia de acordo com a solicitação da construtora). *Softwares* adicionais como Project, Excel, Adobe Acrobat Reader, e AutoCad são usados para controle de custos e prazos internos, acesso e comunicação de projeto.

Seu modelo de trabalho está focado na atividade de projeto enquanto produto, e o produto que ela se dispõe a entregar é um conjunto de documentos gráficos contendo as informações necessárias para a execução do projeto.

No estudo de caso da empresa A, atenta-se à qualidade do processo de projeto quanto às entradas de informações recebidas pela construtora, transformações por meio da modelagem e saídas resultantes, as quais antecipam erros de compatibilização. O engenheiro modelador usa o conhecimento em modelagem como um meio de registrar, rastrear e controlar o fluxo de informações. Ele o utiliza como uma ferramenta para esta modelagem.

Empresa B - projeto enquanto processo

A empresa B, também de pequeno porte, tem como característica principal o desenvolvimento de soluções de engenharia em projetos estruturais. Essas soluções têm origem na visão voltada à gestão da obra, no conhecimento acumulado sobre o lançamento de estruturas de concreto armado, cálculo e execução de obras, cujo resultado ajuda a prevenir erros, reduzir custos e desenvolver processos de projeto produtivos (os quais atendem à lógica do processo construtivo com diversas competências integradas e interface entre projeto-produção), pois as decisões são tomadas com mais qualidade.

A empresa atua no desenvolvimento de projetos estruturais há 30 anos no mercado nacional, com foco em edificações verticalizadas e indústrias, de diversos

níveis de complexidade, e sistemas construtivos que variam entre perfis pré-moldados e concreto armado moldado *in loco*. Tem desenvolvido projetos utilizando do BIM há 2 anos e 6 meses, atuando nas etapas de Anteprojeto, Pré-Executivo ou Executivo do processo de projeto.

O conhecimento em estruturas de concreto armado do engenheiro gestor abrange tanto a sequência de elaboração do projeto, quanto da execução da obra (montagem de armaduras e fôrmas, execução de escoramentos e concretagem, tempo de remoção de fôrmas, logística de canteiro, informações técnicas e de funcionamento dos equipamentos de canteiro, fluxo de pessoas, armazenagem de materiais, sobrecargas extras sobre lajes no momento de execução da obra, etc.).

Com esse conhecimento, a empresa B atende construtores de pequeno porte, indústrias, incorporadoras e construtoras de pequeno e grande porte, localizados em Londrina e Curitiba, cujos empreendimentos são caracterizados por edifícios residenciais de médio e alto padrão, de baixo e alto gabarito de altura e, em menor medida, plantas industriais.

O objeto de análise neste estudo de caso é o desenvolvimento de projetos com uso de BIM para uma construtora, denominada neste trabalho como Construtora Beta, ainda em fase embrionária nesta plataforma.

A equipe da empresa B é formada por um engenheiro chefe e quatro engenheiros civis auxiliares. O engenheiro chefe é responsável pela concepção estrutural e validação dos projetos desenvolvidos e os demais engenheiros auxiliares são responsáveis pela parte operacional (extração, cadastro e numeração de plantas; modelagem; análise estrutural, econômica, de sistemas, de ventos predominantes; desenvolvimento dos projetos de fôrmas e armaduras, dentre outras tarefas), pela comunicação com os escritórios de arquitetura e engenharias complementares e pela participação em obras. Desses quatro engenheiros auxiliares, um deles é exclusivamente responsável pela extração, cadastro e numeração de plantas.

Os projetos são distribuídos entre esses quatro engenheiros, de modo que cada um deles assume a coordenação para gerenciar projetos específicos e a comunicação entre o engenheiro chefe e o cliente. Há ainda um projetista interno para desenvolver desenhos de base ou detalhes específicos. Juntos, mantêm procedimentos de controle de recebimento, análise crítica e verificação ao final de cada etapa de projeto e o controle de revisões e alterações.

Os principais *softwares* BIM utilizados são: Revit, Archicad, Tekla e Solibri. *Softwares* adicionais como Excel, Adobe Acrobat Reader, AutoCad e TQS são usados para acesso e comunicação de projeto e análise estrutural.

O trabalho de integração que a empresa B realiza com a construtora contratante e os demais projetistas complementares soma competências e a experiência de cada um dos participantes para materializar o projeto de edificações.

O conceito de projeto adotado por esta empresa se aproxima do projeto enquanto processo, no qual as tomadas de decisão buscam agregar valor ao produto e o controle de informações e da sequência de ações ou conjunto de atividades para eliminar o surgimento de perdas por qualidade, é feito como um todo e não em partes ou atividades isoladas. No estudo da empresa B, é analisada a qualidade do processo de projeto quanto ao conhecimento a ele agregado.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção são apontados os resultados obtidos com os casos estudados e a análise sobre estes resultados.

4.1 Apresentação de dados dos estudos de caso

4.1.1 Empresa A

Ao ser contratada para o desenvolvimento de projeto ou modelagem de projeto existente, a empresa A encaminha à construtora contratante um *checklist* sobre as diretrizes de projeto adotadas para levar à modelagem a especificação do sistema construtivo (pré-moldado ou concretagem *in loco*), o sistema único de eixos com as coordenadas para todos os projetos (arquitetônico, estrutural e elétrico), especificações do processo construtivo (ex.: altura padrão de passagens da tubulação hidráulica) e ainda solicita a delimitação de autonomia para sua interferência no projeto. Na entrevista não foi mencionado o termo BIM *Mandate* ou Plano de Execução BIM que, segundo a literatura (MANENTI; MARCHIORI; CORRÊA, 2020), constitui-se em um documento importante quando se aborda a modelagem em BIM de um produto e que estabelece todas as diretrizes que a empresa deseja em projeto, ou seja, o modo como a construtora executa a obra; com ele, contratante e contratado sabem o que receber e entregar. Neste caso, o engenheiro gestor referiu-se a esse *checklist* como uma lista de questionamentos sobre o padrão para desenvolvimento do projeto enviada à construtora.

Esta empresa dispõe de um portal colaborativo (chamado pelo entrevistado como um recurso de logística integrada), por meio do qual gerencia o fluxo de arquivos eletrônicos e documentos de projeto, inclusive estabelecendo padrões para troca desses arquivos informatizados entre todos os parceiros envolvidos. Ou seja, a empresa A adota um portal de gestão de arquivos integrados na nuvem em que se tem o controle automatizado daqueles já corrigidos e atualizados para os empreendimentos imobiliários.

A sequência de modelagem desse caso varia de acordo com o serviço contratado: projeto, modelagem e compatibilização, ou apenas modelagem e compatibilização quando o projeto é desenvolvido por projetistas contratados pela

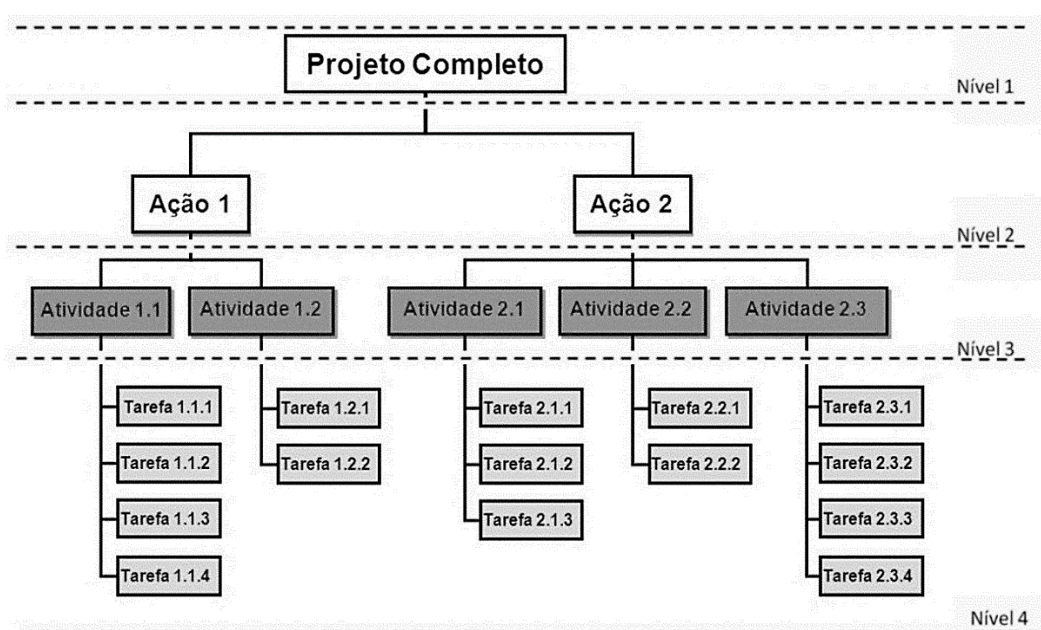
construtora, sendo que instalações hidráulicas são sempre projetadas pela própria empresa A.

Para compatibilizar todas as disciplinas com base em projetos terceirizados pela construtora contratante (projetos estrutural, elétrica e arquitetônico), é feita a modelagem das informações dos projetos recebidos e gera-se um relatório de compatibilização entre os principais projetos.

A sequência de atividades realizadas pela modelagem da empresa A consiste na definição e conferência do sistema de eixos e coordenadas do projeto arquitetônico e estrutural, definição dos níveis dos pavimentos, alturas das instalações elétricas, hidráulicas e ar-condicionado (maiores posicionadas primeiro) e definição do método construtivo segundo a exigência da construtora contratante. Quando é preciso fazer projeto de instalações, define-se também o nível do forro.

Para a modelagem, o engenheiro gestor faz um primeiro levantamento dos objetos que precisam ser modelados e incorpora a eles códigos EAP, de Estrutura Analítica do Projeto, ou WBS (*Work Breakdown Structure*), os quais definem a decomposição do projeto em pacotes de trabalho (Figura 10), com numeração da EAP para identificar, por exemplo, o nível em que cada elemento se encontra e as propriedades de cada um deles, fornecendo, assim, uma visão estruturada das entregas do projeto.

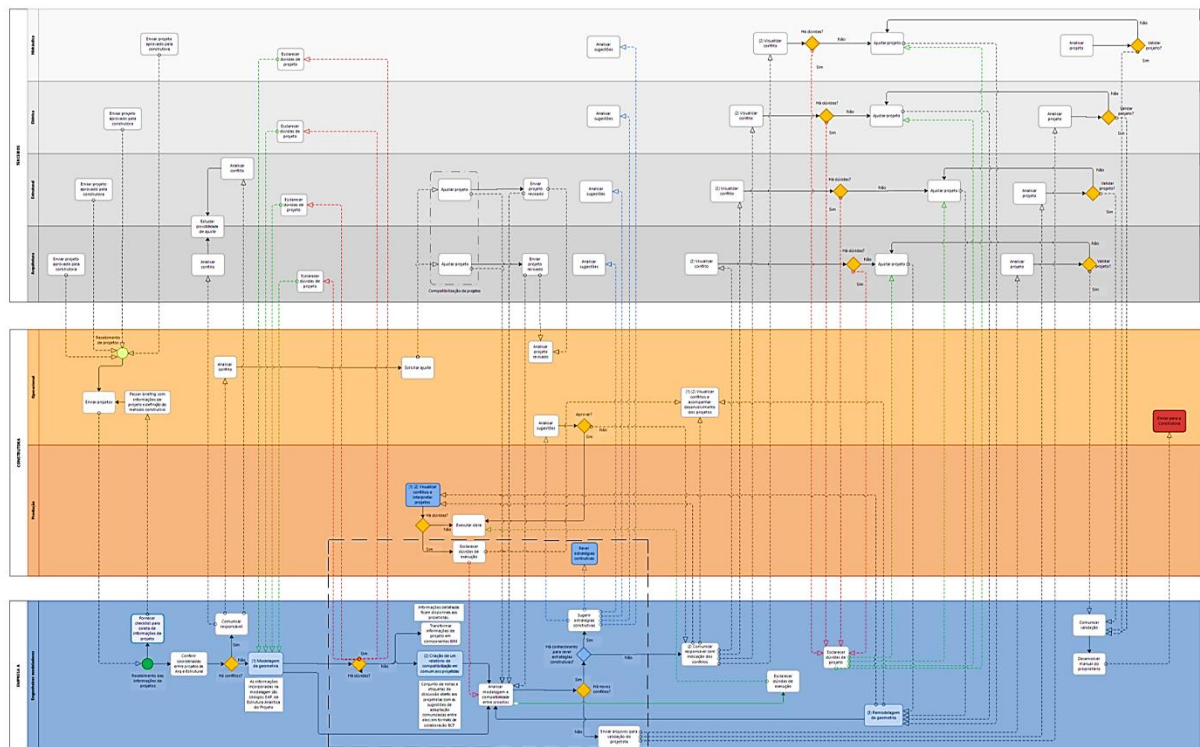
FIGURA 10 – Exemplo de EAP gráfica



Fonte: Barbosa e Moura (2020). Editado pela autora (2020).

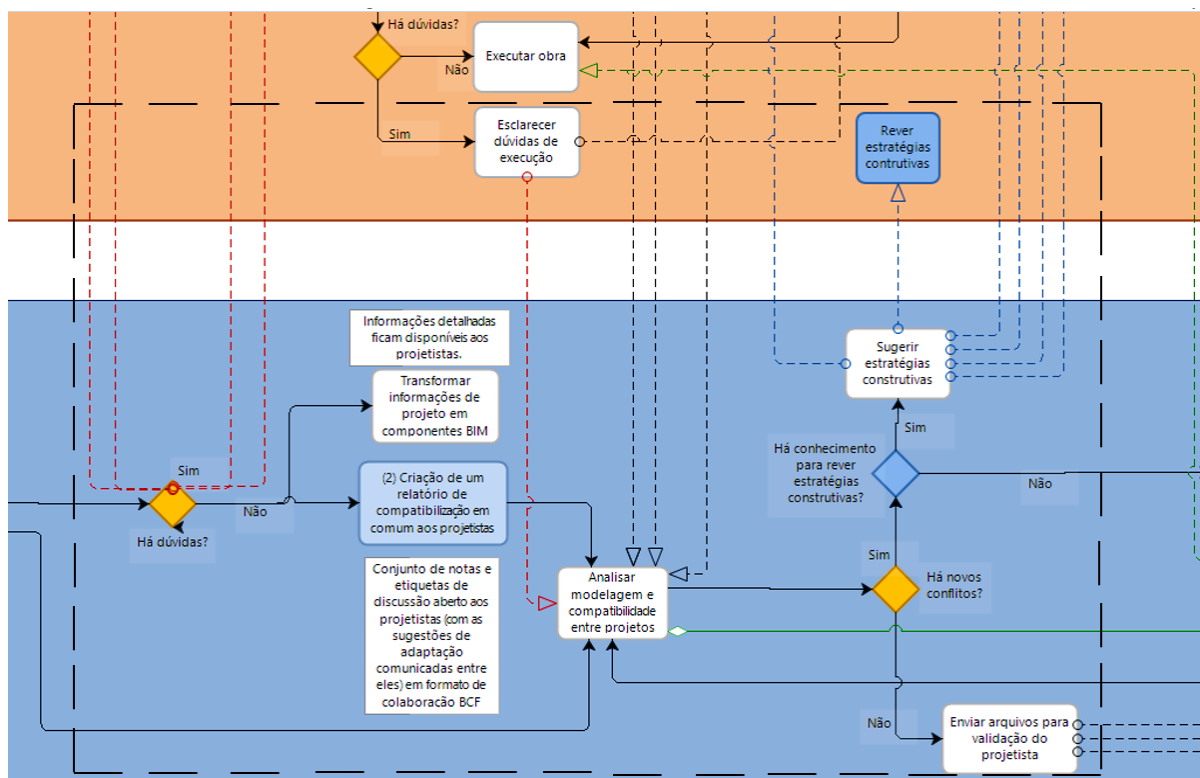
O mapeamento do processo de projeto da empresa A, apresentado nas Figuras 11 e 12 (na forma ampliada do apêndice B), ilustra a sua contratação com base na compatibilização de projetos terceirizados pela construtora Alfa, onde a raia cinza representa a participação do escritório de arquitetura e dos engenheiros complementares que atendem à construtora contratante. A raia laranja demonstra a atuação da equipe operacional e de produção da construtora e a raia azul aponta a atuação dos membros da empresa A, em especial do engenheiro gestor. Algumas das interações entre essas raia demonstram os fluxos de transferência de conhecimento entre projeto e produção.

FIGURA 11 – Compatibilização de projetos no mapeamento do processo de projeto da Empresa A – Projeto enquanto produto



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

FIGURA 12 – Compatibilização de projetos e transferência de conhecimento



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

De acordo com o percurso das informações de projeto, solicitações e modificações realizadas durante o uso do relatório de compatibilização, definiu-se a seguinte ordem no processo de projeto da empresa A:

- 1) Modelagem;
- 2) Criação de relatório de compatibilização;
- 3) Remodelagem;
- 4) Envio de arquivos para validação dos projetistas;
- 5) Parametrização com base na logística da obra.

Nesse processo, a **modelagem** significa a concepção da versão digital completa da construção ou o início do processo que permite a gestão da informação por meio de anexo da documentação completa acerca do projeto total do edifício, cujo conjunto de modelos compartilhados, digitais, tridimensionais e semanticamente ricos passam a oferecer facilidade para coordenação de projetos complementares e estudos de interferências, assim como facilidade no processo de revisão e modificações;

A **criação de um relatório de compatibilização** é a documentação e registro das decisões entre os projetistas que representam a construtora e o engenheiro gestor da empresa A, que geram um conjunto de notas e etiquetas de discussão aberto com as sugestões de adaptação comunicadas entre eles (Quadro 7);

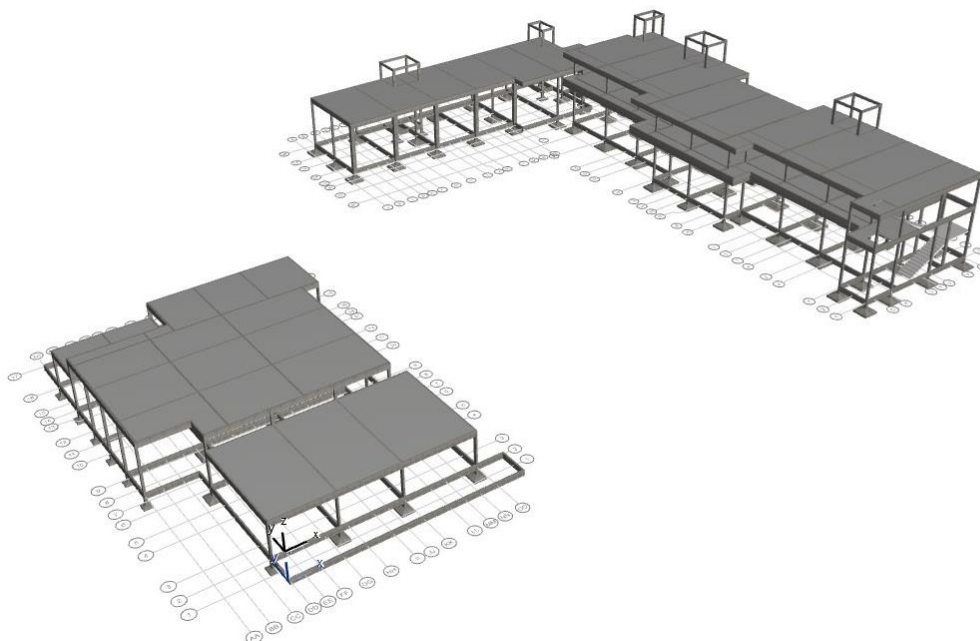
A **remodelagem** da geometria significa a adaptação do modelo depois de definidas as modificações necessárias à coerente execução do projeto e funcionamento da obra. Depois disso, o **envio de arquivos para validação dos projetistas** responsáveis permite que cada um deles valide a versão atualizada do modelo conforme sua especialidade;

E a **parametrização** implica na produção de modelos paramétricos baseados num conjunto predefinido de famílias de objetos, com finalidade de quantificar elementos e planejar a execução do projeto e da obra e cuja alteração em alguma parte ou detalhe do projeto, altera em tempo real todos os outros desenhos relativos ao projeto.

Observam-se, no mapeamento da empresa A, diversas interações do engenheiro gestor, quem compatibiliza e modela os projetos com o escritório de arquitetura e engenheiros complementares presentes na raia cinza. E muitas dessas interações resultam do fato de que empresa A precisa lidar com problemas decorrentes de um sistema linear de desenvolvimento de projeto, os quais precisam ser revistos e solucionados.

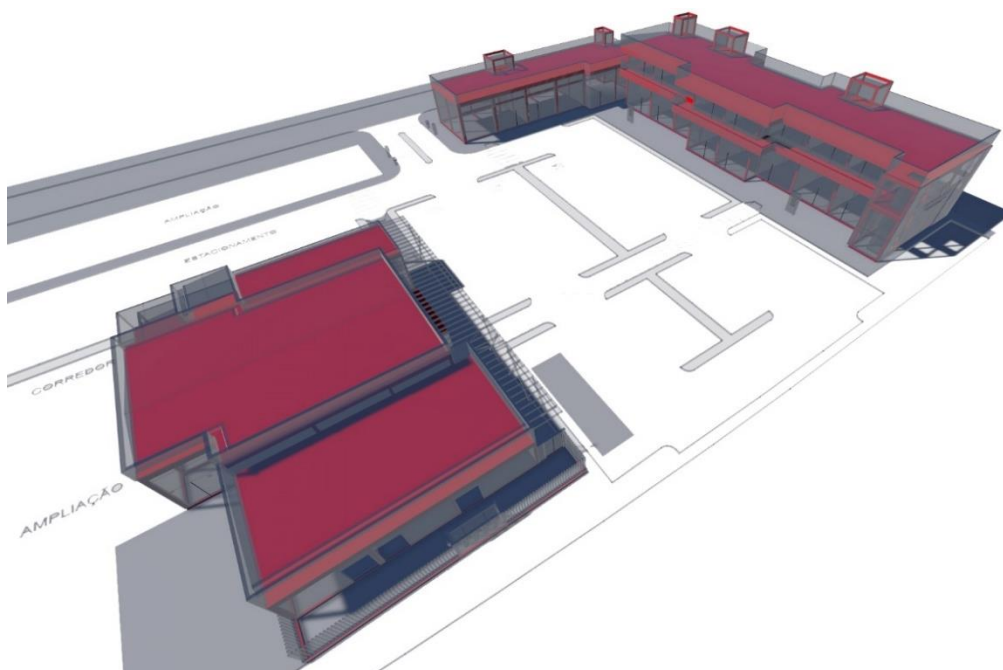
Quanto ao nível de desenvolvimento estrutural identificado na modelagem da empresa A (Figuras 13 e 14), este enquadra-se na etapa LOD 300 ou *Level of Development*, conforme nivelamento sugerido pelo guia ASBEA de boas práticas em BIM, com base no anteprojeto aprovado e a partir do qual se detalha os projetos executivos, estruturais, arquitetônicos, memórias de cálculo, maquetes e orçamento.

FIGURA 13 – Nível de modelagem componentes estruturais



Fonte: Fornecido pelo projetista.

FIGURA 14 – Nível de modelagem componentes arquitetônicos



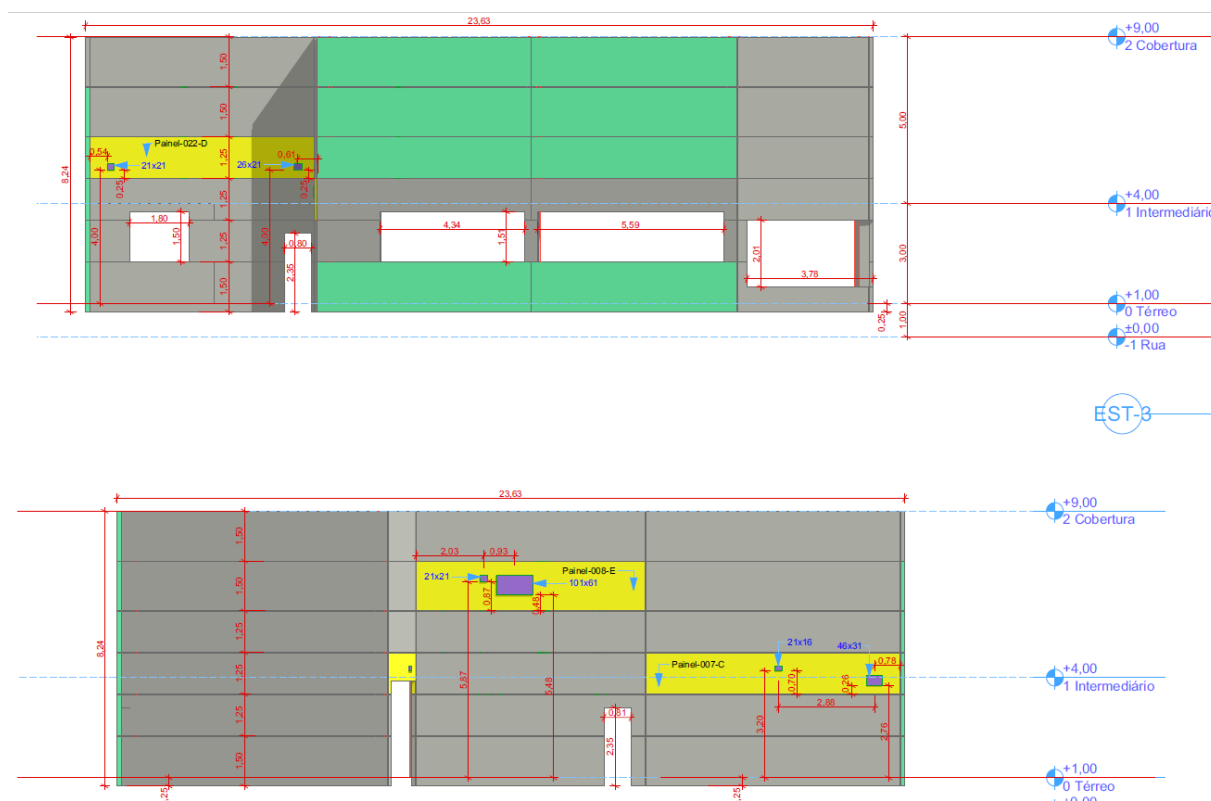
Fonte: Fornecido pelo projetista.

Como visto, o trabalho da empresa A se limita às atividades de modelagem e compatibilização segundo o nível de desenvolvimento mencionado. O engenheiro gestor relatou que visitas em obra não fazem parte das atividades que desempenha, mas solicitações da equipe de canteiro ocorrem diariamente.

O engenheiro gestor da empresa A ainda cria componentes atrelados a peças, com códigos de rastreamento contendo medidas, marca dos produtos, tipo de material, camadas de materiais e acabamento (revestimento interno e externo), o responsável pela execução, data de execução, etc. A exemplo das camadas de materiais e acabamento, o engenheiro gestor as transforma em componentes a partir dos quais se pode extrair quantidades e gerar orçamentos.

Para cada componente criado são adicionadas notas de observação e informações aos modelos, tais como cotas para execução e filtros de sobreposição gráfica com a indicação do estágio de execução de cada elemento ou peça, sendo: cinza para elementos já produzidos, verde, para aqueles a serem produzidos e amarelo como alerta para aguardar a sua produção, pois dependem da decisão do projetista estrutural (Figura 15).

FIGURA 15 – Informações e filtros de sobreposição gráfica adicionados ao modelo



Fonte: Fornecido pelo projetista.

Os modelos gerados podem ser visualizados em canteiro de obras, com o uso de um aplicativo instalado no celular ou *tablet* do engenheiro gestor da obra, mestre de obras e estagiário. A empresa A fornece treinamento para usá-lo.

As informações detalhadas de projeto com o uso do BIM e o registro das decisões tomadas são compilados pelo engenheiro gestor em um arquivo de formato xls, da Microsoft Excel, para permitir acesso dos membros de equipe via e-mail e/ou Dropbox quando não há como fazer uso de um *software* BIM.

O engenheiro gestor cria um relatório de compatibilização (Quadro 7) datado e numerado, no qual são relacionados os problemas detectados e acompanhados de indicação das ações requeridas. Esse mesmo documento é usado para registrar cada decisão tomada junto aos projetistas contratados pela construtora. A indicação de um determinado problema, sua área de atuação, a localização dos pontos críticos, a ação requerida, o nível de prioridade da ação a ser adotada, a data do relato, a ação tomada e o autor do relato geram um conjunto de notas e etiquetas de discussão aberto aos projetistas, com as sugestões de adaptação comunicadas entre eles.

Assim, quando o relatório é enviado a alguém, a pessoa que o recebeu consegue importar arquivos abertos e em formato de colaboração BCF – BIM *Collaboration Format* com uso de um *software* gerencial de modelagem e compatibilização denominado BIMCollab, devido aos *links* de imagens contidos no relatório e que permitem baixar a imagem correspondente a um determinado problema. Quando isso ocorre, a pessoa é automaticamente direcionada à coordenada desse problema para interpretar as informações do respectivo ponto crítico.

QUADRO 7 – Relatório de compatibilização de projetos

ID	LOCAL	DOCUMENTO	PROBLEMA	AÇÃO REQUERIDA	AÇÃO TOMADA	RESPONSÁVEL	STATUS	PRIORIDADE	IMAGEM
1	Locação	Estrutura	Inconsistência no projeto de locação dos pilares. Como entre o P49 e P43 existe uma distância de 39,86 m e o P43 está no eixo "o", não poderia aproveitar os mesmos eixos de A a P das Lojas. Visto que o As lojas laterais não estarão no mesmo eixo do restaurante. *MAIS DETALHES EM IMAGENS	Estratificar o eixos para o restaurante separado das lojas para não haver confusão na obra. *Sugestão: conforme eixo de referência para modelagem, conforme o arquivo DO DROPBOX: LOCAÇÃO V0	Providencia: A locação foi feita utilizando o projeto de arquitetura, portando as dimensões (distancias) estão corretas. Engenheiro envia assim que receber a locação em dwg para ultima conferencia.	Projetista de Estruturas e Eng. Obra	Solucionando	Alta	
2	Locação	Estrutura X Arquitetura	Os pilares do documento de locação não coincidem com as arestas das paredes do projeto arquitetônico, gerando requadros por toda obra.	Paredes internas em Drywall	Para evitar os requadros, foi simulado no modelo BIM todas as paredes internas em Drywall. Placa única ST de 12,5 mm, com M70 (áreas secas), E RU para áreas molhadas conforme detalhamento. Os requadros foram feitos com chapas de drywall.	Arq.	OK	Média	
3	Sapatas	Fundação	Verificar in loco a cota da base da sapata e altura do colarinho.	Verificar medidas.	Passar registros da obra.	Eng. Obra	Solucionando	Baixa	
4	Sapatas	Fundação	Nome incorreto na sapata 76 x 92 como 13/30	Ajustar para nome 76 x 92 mantendo padrão de todas as outras		Projetista de Estruturas	Solucionando	Baixa	

Fonte: Fornecido pelo projetista.

O Quadro 8 apresenta o modelo da classificação dos problemas identificados e o endereçamento do problema ao profissional responsável pela decisão.

QUADRO 8 – Classificação de problemas e responsáveis pelas decisões

PONTOS CRÍTICOS	RESPONSÁVEL PELA DECISÃO	GRAU DE COMPLEXIDADE	ÁREA
Colisão de tubulações com outros elementos	Eng.º da obra (presente em canteiro)	Baixa	Elétrica e Hidráulica
Aberturas em pontos errados	Eng.º coordenador (não necessariamente presente em canteiro)	Média	Tubulação de incêndio e prumadas
Elevação de nível por terraplanagem, ausência de lajes que deveriam ter sido consideradas, nível de pé-direito incapaz de comportar instalações, incompatibilidade entre eixos de fundação e pilares ou entre pilares, altura de vigas incapaz de atender ao projeto arquitetônico, etc.	Diretor da obra	Alta	Arquitetura, Estrutura e Ar-condicionado central

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

O relatório é utilizado como ferramenta de mediação pelo gestor da empresa A para tomar decisões relacionadas à compatibilização dos projetos principais e complementares, de forma conjunta com os demais projetistas. Ao fazer o registro e a gestão da informação, a empresa A gera repertório para futuras obras. Quando surge a demanda de um novo projeto, esse relatório de compatibilização torna-se um padrão de projeto a ser seguido.

Segundo o engenheiro gestor da empresa A, esse relatório de compatibilização constitui um repertório de conhecimento, na medida em que o campo preenchido como "Ação tomada" aponta uma possível solução para outros projetos com características similares, ao qual se pode recorrer quando for necessário lembrar essa decisão em outra situação ou auxiliar outro gestor de obra, pois a informação

permanece acessível a outros projetistas do mesmo empreendimento ou que venham a trabalhar com a empresa A.

Um exemplo de lição aprendida na empresa A foi relatado em uma das entrevistas com o engenheiro gestor, quando ele afirmou que identificou em uma de suas modelagens um problema de compatibilização entre platibanda e calha, que passou despercebido pela construtora contratante, para o qual foi desenvolvida uma solução para melhoria da construtibilidade. Na obra seguinte, em que atendia a mesma construtora, ele previu que o mesmo erro se repetiria e o comunicou como tentativa de evitá-lo. Isso só ocorreu porque informações específicas foram antes convertidas em conhecimentos úteis, permitindo que a informação pudesse ser transmitida.

Afinal, depois que a informação é utilizada na formação de conhecimento, esse pode ser disseminado em outros projetos BIM na organização, utilizando de padrões de projetos.

O engenheiro gestor da empresa A afirmou rever certas estratégias construtivas com base na revisão de relatórios anteriores para projetos similares e de mesmo cliente (principalmente para comparar um determinado sistema de obra), constatando assim, o aprendizado com a própria experiência. Esse aprendizado é, por vezes, proveniente da interface entre o engenheiro gestor que representa a empresa A e os projetistas que representam a construtora contratante. Mas ele também resulta das trocas de informações entre o engenheiro gestor e a produção, por meio de um aplicativo chamado BIMx. Com ele, o mestre de obras pode visualizar o modelo e reportar detalhes que passaram despercebidos em fase de projeto.

Enquanto as informações registradas por meio de um relatório ajudam a formar conhecimento relevante, os relatórios são reutilizados para extrair esse conhecimento e tomar decisões para novos projetos. Assim, a empresa A faz uso efetivo das lições aprendidas e o engenheiro gestor e sua equipe conseguem capturar, armazenar, modificar, compartilhar, reutilizar e acessar a informação de qualquer localidade, a qualquer momento. O mesmo ocorre com o engenheiro gestor da obra, o mestre de obras ou o estagiário, que conseguem acessá-la. O conhecimento que a empresa adquire ainda é disseminado em outros projetos, conforme relatado na entrevista.

Com uma cultura organizacional que busca aprendizado e inovação, as estratégias empresariais e investimentos em infraestrutura da empresa A promovem o desenvolvimento do conhecimento. Com ferramentas de tecnologia da informação

aplicadas a GC, as quais impactam no desempenho do projeto, ela sistematiza e estrutura sua área de conhecimento por meio de canais facilitadores da comunicação, pelos *softwares* que utiliza e pelo investimento que faz, oferecendo capacitação à sua equipe, conforme mencionado em entrevista.

A efetividade das soluções propostas pela empresa A é verificada pelo produto final que ela entrega à construtora: um manual do proprietário desenvolvido na forma de um relatório descritivo, contendo, dentre outras informações, a relação dos custos iniciais previstos X custos atualizados após a compatibilização dos projetos e que aponta a redução do investimento total a ser feito pela construtora, decorrente da compatibilização antecipada dos projetos.

Encerrando a análise desta empresa, identificou-se o relatório de compatibilização como um instrumento de aprendizagem e registro de conhecimento neste estudo, cujas lições aprendidas são geradas pelo conhecimento adquirido durante a revisão de projeto.

O questionário aplicado demonstrou, pelas respostas obtidas e pela sequência de atividades descritas, que a empresa estudada conta com práticas sistemáticas e padronizadas para gerenciar fontes de informação e conhecimento nas etapas de criação, organização, armazenamento, recuperação, transferência, acesso, compartilhamento e colaboração, conforme abordado no conceito de GC.

O conjunto captação, transformação, aprendizado, armazenamento, consulta e transmissão desse conhecimento é o que resultou em decisões baseadas em acertos, mais facilidade na elaboração de procedimentos da construtora, mais qualidade na execução, redução de desperdícios e, ainda, contribuiu para um repositório de conhecimento mais rico.

4.1.2 Empresa B

A empresa B trabalha de acordo com um documento pré-estabelecido pela construtora contratante, denominado pelo engenheiro gestor como BIM *Mandate*. Este documento contém as diretrizes de projeto e as exigências do nível e das características da modelagem, de acordo com as experiências bem-sucedidas e incorporadas de projetos passados da construtora, as quais devem prevalecer na modelagem BIM.

Semelhante a um projeto de produção, o BIM *Mandate* inclui as seguintes diretrizes:

- **Técnicas:** as quais envolvem sistema construtivo, normas vigentes e diretrizes específicas da empresa, como procedimentos e utilização de determinados tipos de materiais (em função do tipo da obra e do tipo do local; etc.);
- **Legais:** com memoriais descritivos necessários ao atendimento da Norma de Desempenho;
- **BIM:** nas quais o coordenador de modelagem BIM da construtora estabelece a origem dos projetos, tipos de *softwares* que devem ser usados, origem de pontos de coordenadas de projeto (a partir dos quais fica estabelecido o nível padrão de modelagem em LOD 300), dentre outros, compondo um plano de execução BIM elaborado pela construtora.

Em projetos desenvolvidos para a construtora Beta, a empresa B colabora com o escritório de arquitetura terceirizado pela construtora desde a etapa de Anteprojeto, auxiliando a equipe de arquitetura com estudos prévios para o lançamento de fôrmas para pilares, vigas e lajes para o pavimento tipo, a fim de evitar inconsistências e na definição das características estruturais para atender, por exemplo, a dimensionamento de garagens, acessibilidade e soluções técnicas mais econômicas para o pavimento tipo.

Num segundo momento, o engenheiro gestor recebe, além do projeto arquitetônico, (adotado como ponto de partida), os modelos provenientes dos projetos complementares elétrico, hidráulico, condicionamento de ar e de gás. A partir desses sistemas, ele avalia as interferências solicitadas pela construtora e as devolve para o coordenador de modelagem BIM que representa a construtora, o qual também avalia as possíveis interferências conectadas a objetos específicos que aparecem em vista no *software* de modelagem (coincidências de pilares com janelas, lajes sem rebaixo, etc.).

Sempre que há uma demanda de projeto a ser resolvida (*clash detection*), o coordenador de modelagem em BIM notifica o engenheiro gestor (ou o respectivo engenheiro complementar, a depender da responsabilidade de cada um) e atribui a essa demanda um determinado prazo de solução. O engenheiro gestor verifica o problema de projeto apontado, incorpora uma solução ao modelo e registra a solução

adotada. Assim, o histórico dos problemas identificados e das decisões tomadas ficam registrados num sistema em nuvem. Quando há necessidade de rever algumas dessas ocorrências, o engenheiro gestor e seus auxiliares, ou mesmo algum engenheiro de projeto complementar, conseguem filtrar todas as trocas de informações em que sua empresa se envolveu (por data, tipo de solicitação, quem solicitou, etapa de obra, etc.), pois os projetistas de diferentes disciplinas têm acesso as informações dos demais projetos e, assim, cria-se uma memória organizacional.

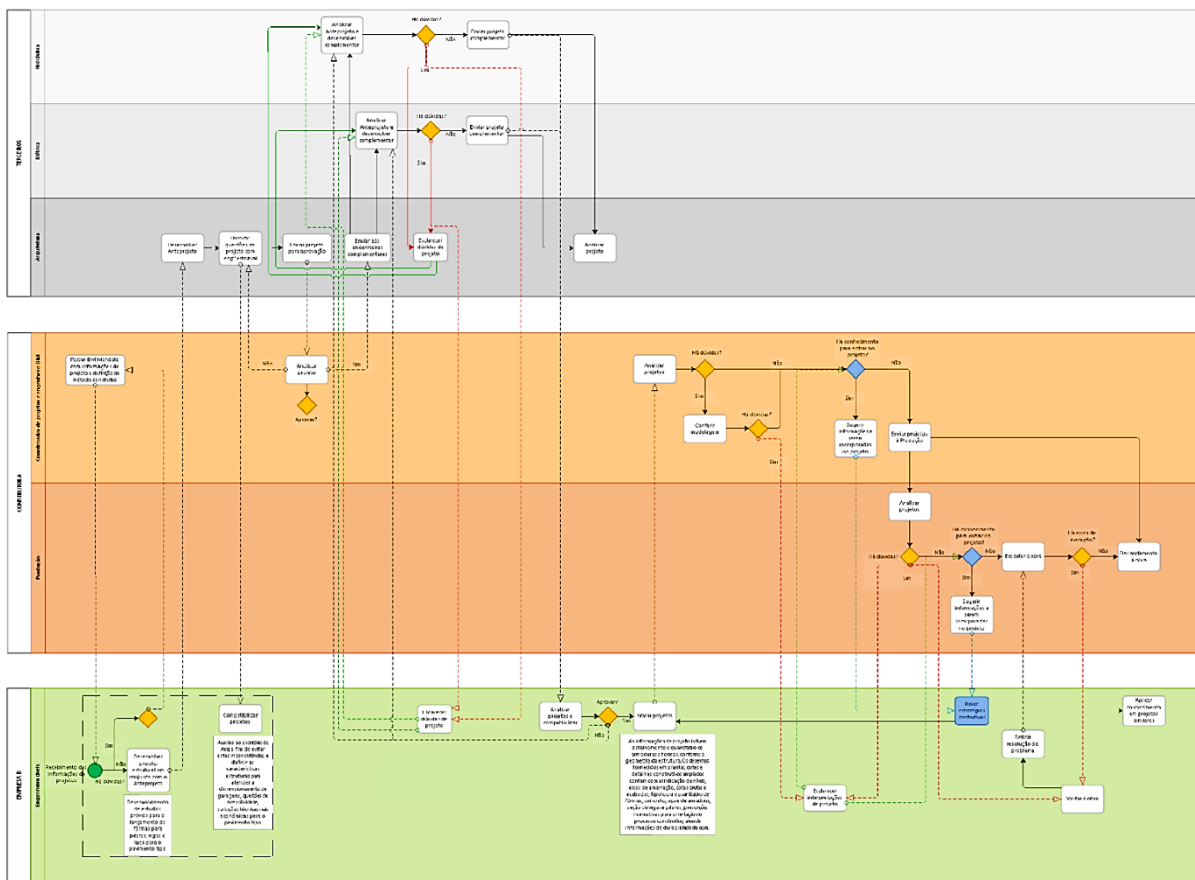
A passagem de dados para informação e sua transformação em conhecimento neste caso, se inicia com o levantamento e organização dos dados de projeto transmitidos pela construtora contratante e pelos projetistas complementares ao projetista. O projetista, então, reúne o conjunto desses dados e configura-os de forma adequada ao entendimento em um mesmo arquivo.

Depois de contextualizados em projeto, os dados passam a constituir informações com sobreposição entre elas. Essas informações de projeto são as mesmas analisadas pelo coordenador de modelagem em BIM e pelo engenheiro gestor da empresa contratada, as quais são combinadas com a experiência, interpretação e reflexão desses profissionais.

Quando o engenheiro gestor assimila as informações, também adiciona a elas conhecimento prévio para incorporar uma solução de projeto. O registro e a classificação das informações relevantes, na forma de documentos, rotinas, processos e normas organizacionais passam a constituir uma memória técnica, à qual a empresa recorre quando precisa de auxílio. O engenheiro gestor e toda sua equipe conseguem, então, filtrar as informações manipuladas a partir de dados dos projetos porque, além de assimiladas, o conhecimento gerado foi também classificado.

A entrada de dados e os fluxos de informações convertidas em conhecimento, podem ser observados no mapeamento do processo de projeto da empresa B, apresentado na Figura 16, onde as interações do engenheiro gestor, na raia verde, podem ser vistas com o escritório de arquitetura e engenheiros complementares presentes na raia cinza e com a construtora Beta, na raia laranja.

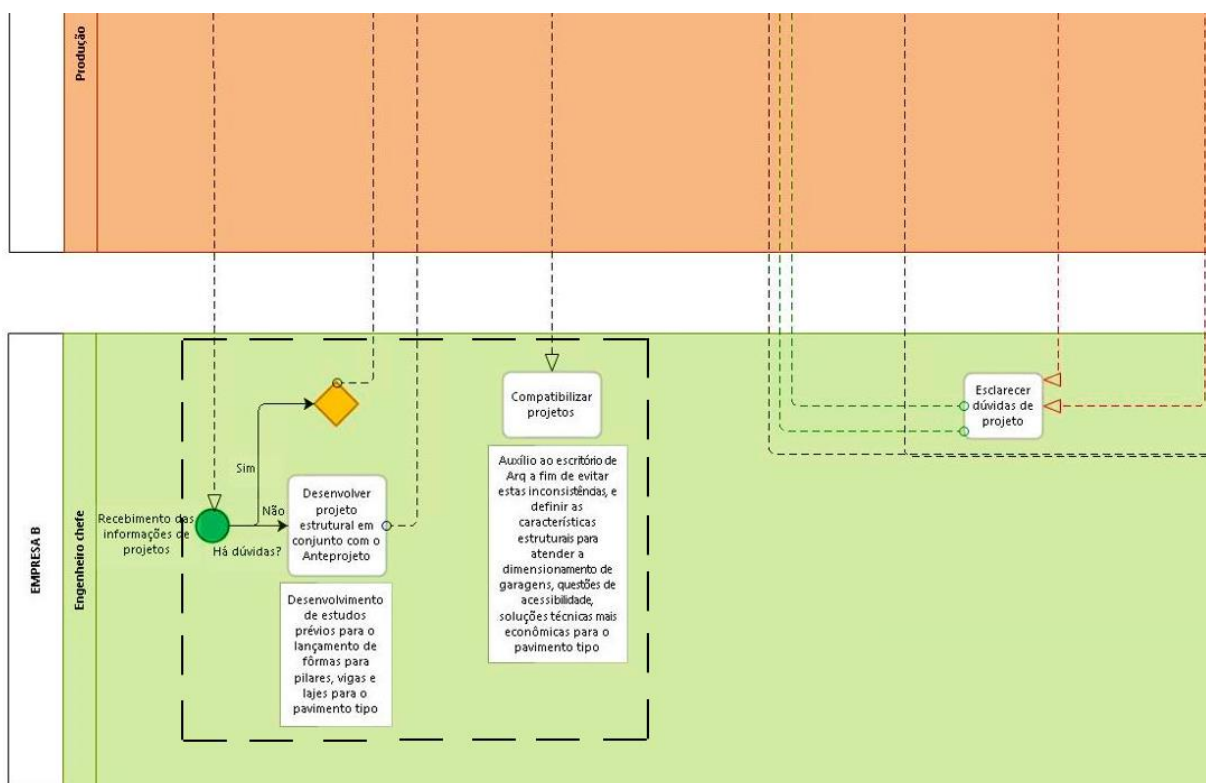
FIGURA 16 – Mapeamento do processo de projeto da Empresa B – Projeto enquanto processo



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Conforme pode ser verificado na Figura 17 (em escala maior no Apêndice C), o foco em compatibilização entre projetos na empresa A destoa da integração de projetos promovida pela empresa B, uma vez que esta última se envolve desde a concepção, buscando soluções para os projetos arquitetônico e complementares desde a etapa de anteprojeto.

FIGURA 17 – Envolvimento da Empresa B no início do processo de projeto



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Quando questionado sobre a mudança promovida em seu escritório com a implantação do BIM, o engenheiro gestor da empresa B disse que houve um aumento significativo do tempo despendido no desenvolvimento do projeto estrutural de uma edificação. Segundo ele, o processo de projeto em BIM é mais demorado porque requer modelagem e integração com todos os projetos, uma vez que o BIM é a implementação do planejamento efetivo da produção da edificação, ou seja, trata-se da modelagem do processo de execução da obra e não uma representação do produto acabado. Dessa forma, para fazer uso do BIM, é preciso sistematizar seu planejamento, programando suas atividades e estabelecendo criteriosamente todas as condições necessárias para desenvolver o projeto.

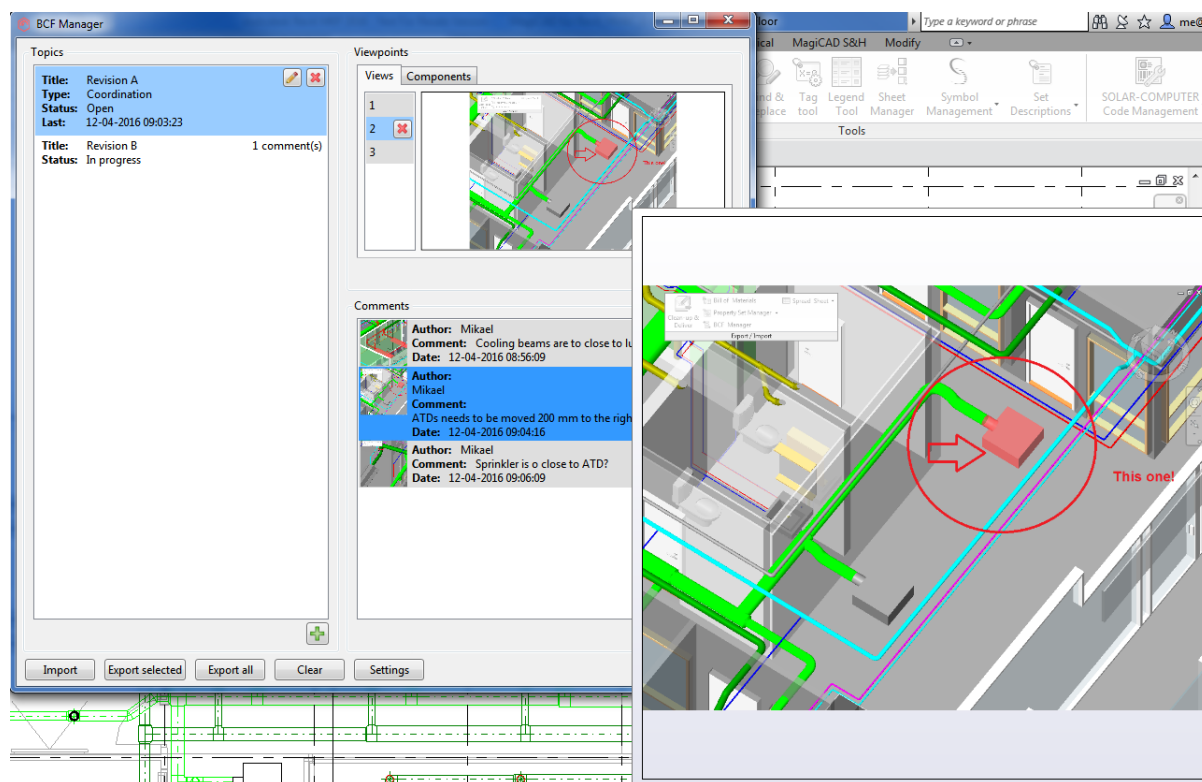
O engenheiro gestor ainda justifica esse trabalho adicional pela mudança conceitual: na modelagem, os engenheiros de sua empresa passaram a ser componentes de uma equipe multidisciplinar de desenvolvimento de um produto integrado e todos colaboram na tomada de decisões sobre o desempenho da edificação como um todo e não apenas sobre um sistema específico. Dessa forma, as decisões sobre a estrutura de concreto armado, sob sua responsabilidade, devem levar em consideração o processo de execução e o planejamento da obra. O

desenvolvimento do projeto integrado em um modelo BIM antecipa problemas que, no desenvolvimento de projeto em 2D, só seriam identificados na etapa de execução. Com isso, segundo o gestor, a qualidade da decisão tomada tende a ser melhor e mais eficaz.

Para o engenheiro gestor da empresa B, a modelagem mais trabalhosa ainda exigiu a contratação extra de funcionários treinados para uso de *softwares* de modelagem e sua interface com os *softwares* de outros profissionais (além dos analistas de cálculo estrutural).

Para a comunicação entre projetistas das diversas especialidades, é utilizado o *software* gerencial e colaborativo BIMCollab, projetado principalmente para definir vistas de um modelo de construção e informações associadas sobre colisões e erros conectados a objetos específicos na vista. Com o formato de arquivo BCF (BIM Collaboration Format), todos os agentes envolvidos têm acesso à visualização do projeto (por disciplina, data e problema) e podem ser protocoladas todas as demandas de informações entre os envolvidos (Figura 18). Dessa forma, é feito o registro de todas as informações pertinentes ao projeto.

FIGURA 18 – Rastreamento BIMCollab para protocolo das demandas de informação



Fonte: Adaptado de MagiCad: BCF Manager.

Dentre as informações incluídas em projeto pela empresa B estão detalhamento e quantitativo de armaduras e fôrmas, conforme a geometria da estrutura. As informações referentes às peças estruturais são separadas por pranchas, conforme sua especificidade e nível do pavimento em que se encontram. Os desenhos produzidos em plantas, cortes e detalhes construtivos ampliados contam com a indicação de níveis, eixos de amarração, cotas brutas e acabadas, tipologia e quantitativo de fôrmas, concreto, aço e de armaduras, seção de vigas e pilares, prescrições normativas para orientação do processo construtivo, além de informações de durabilidade da obra.

A empresa ainda fornece em cada prancha um código QR gerado por aplicativo e que direciona, também via aplicativo, o engenheiro gestor, mestre de obras, estagiário ou qualquer construtor que necessite ao projeto estrutural modelado tridimensionalmente, conforme o pavimento especificado na prancha.

De acordo com a nomenclatura criada pelo guia ASBEA para especificação do nível de detalhamento do projeto em BIM, o nível praticado pela empresa entrevistada enquadra-se no LOD 300, o qual contém as informações de geometria e de especificações técnicas básicas de cada elemento construtivo, necessárias para execução da obra.

O projeto da empresa B pode ser visto como o principal vetor de intercâmbio de conhecimento, concretizado pela colaboração de diversas competências integradas e no qual existe a oportunidade de agentes envolvidos agregarem valor desde as etapas de viabilização e concepção do produto-edifício. O engenheiro gestor, neste caso, admitiu aprender e tomar decisões por meio do BIM, frequentemente relacionadas ao conhecimento e estratégias da construtora Beta.

Do ponto de vista técnico, o que ele aprende é a forma de elaborar o projeto, pois deixa de ser possível a sua entrega em partes, em vista da necessidade de integrar a estrutura ao produto edifício e atender à lógica do processo construtivo. A exemplo de projetos integrados que a empresa B desenvolve, as furações de vigas e lajes para atender ao projeto hidráulico já são previstas no projeto estrutural, conforme sua integração com os projetos complementares. Com isso, possibilita-se a entrega dessas peças estruturais prontas na obra.

Além disso, lições aprendidas pela construtora Beta são disseminadas no momento em que se começa um novo projeto. Para o projeto seguinte, o coordenador de Modelagem BIM reutiliza os registros descritos para estabelecer as diretrizes

iniciais de um próximo projeto, pois no plano de execução BIM da construtora, são incorporadas as novas informações no *briefing* do próximo projeto, e o conhecimento é disseminado a partir dali para todos os agentes de projeto.

Ainda que o coordenador de modelagem BIM se esqueça de fazer uma alteração de projeto com base numa lição aprendida, os demais agentes o questionam, pois já vivenciaram essa situação em um outro momento, uma vez que a construtora Beta mantém a mesma equipe de projetistas terceirizados em seus empreendimentos.

Quanto à interface do projetista com a obra, alternativas de melhores arranjos para armaduras, colocação de fôrmas e outras sugeridas na produção para facilitar a montagem são aprendidas pelo engenheiro gestor e incorporadas em seus projetos. Ao se deparar com um problema, muitas vezes, por meio da interação com a equipe de obra, o projetista encontra uma nova solução, melhor do que a original, gerando assim novo conhecimento. O aprendizado, portanto, pode vir de uma experiência direta, com soluções encontradas na obra para superar dificuldades.

Além disso, pontos críticos de concretagem provenientes da demanda da obra, como armaduras em encontro de vigas, pilar e laje, podem ser vistos com mais clareza com o uso do BIM. As decisões para resolver questões como essas podem ser tomadas antecipadamente, pois o engenheiro gestor aumenta a largura das peças em projeto e sugere outros tipos de arranjos de armaduras, a partir das informações atreladas a esta visualização, para viabilizar sua execução na obra. Nesse caso, as soluções já empregadas passam a ser previamente consideradas para demais projetos a partir de então.

O conhecimento retido com a experiência do engenheiro gestor desta empresa permite a ele introduzir informações no projeto estrutural que impactam positivamente nos demais projetos. Para isso, ele resgata informações de projetos anteriores quando recebe a demanda de novos projetos com a mesma construtora. Segundo ele, dessa maneira é possível obter redução de até 50% dos problemas de interface com outras disciplinas de projeto, principalmente porque lida com obras verticalizadas e residenciais muito padronizadas. Seu conhecimento na integração entre componentes construtivos diversos contribui para o lançamento estrutural de tal maneira que antecipa e considera medidas, espessuras, caimentos, dentre outras características exigidas para viabilizar a produção, as quais são previamente avaliadas por ele.

A empresa B ainda atualiza cotidianamente seus manuais de procedimentos padrão (memoriais e arquivos) em razão das demandas mencionadas (normativas ou provenientes de obras, por exemplo). O histórico de cada projeto é registrado separadamente, evitando desperdícios de informações e sua retomada ajuda a aperfeiçoar um *checklist* de projetos e listas de levantamento detalhado de todo projeto arquitetônico recebido. Cada vez que se inicia um novo projeto, ocorrem reuniões para repassar à equipe interna da empresa o *briefing* de projeto da construtora; os novos funcionários estudam projetos anteriores para conhecerem as diretrizes de projeto já aplicadas com base em conhecimento, e funcionários antigos, reveem as mais recentes.

Portanto, a empresa B simplifica a interface entre o projeto estrutural e a produção, de modo que o conhecimento da equipe de produção também seja levado ao projeto, gerando com isso, repertório para futuras obras e eficiência na redução de custos do projeto estrutural e da obra.

4.2 Discussão de resultados

A seguir, analisam-se alguns resultados sob os seguintes aspectos:

- 1) Influência da construtora na empresa;
- 2) Meios de comunicação e acessibilidade de informações nas empresas A e B;
- 3) Compreensão do processo de projeto pelas empresas A e B;
- 4) Práticas da GC nas empresas A e B e o modo como tratam a informação;
- 5) Diferenças entre o conhecimento presente nas empresas A e B;
- 6) Utilização de conhecimento para a entrega de produto e valor;
- 7) Identificação de boas práticas no processo de projeto em BIM;
- 8) Identificação de problemas no processo de projeto em BIM.

Depois de analisados, esses resultados foram comparados com a visão dos principais autores mencionados no trabalho.

1) Influência da construtora na empresa

Ao implantar um sistema de GC focado na execução da obra (para minimizar estruturas e processos ineficientes que têm como consequência o retrabalho, desperdício, repetição de erros, muito frequentes na construção), a construtora Beta demonstrou a possibilidade de ampliar a criação de valor do projeto ao compartilhar parte de seu conhecimento de engenharia com a equipe de projeto estrutural envolvida no desenvolvimento dos projetos. Uma possibilidade bem aproveitada pela empresa B.

Percebe-se, desse modo, que o presente trabalho reforça a ideia de valor por trás da transferência de informação a partir da interface projeto-produção para transformá-la em conhecimento aplicável a novos projetos, conforme foi apontado por Medeiros e Melhado (2013), como uma rica transferência de informação e de conhecimento entre empresas.

O valor agregado ao projeto pode aumentar com a participação da construtora nas fases de planejamento e desenvolvimento do projeto que antecedem a obra, pois, ao compartilhar seu conhecimento com os demais agentes, a construtora age como integradora (MEDEIROS; MELHADO, 2013).

Lembrando Silva e Novaes (2007, p. 40),

Em uma empresa de projetos, a GC deve alavancar o desenvolvimento das competências das diferentes especialidades de projeto envolvidas na realização de um empreendimento. Esse desenvolvimento é o resultado do alinhamento e da integração do conhecimento de diversos colaboradores, que agrega valor ao produto a edificar.

2) Meios de comunicação e acessibilidade de informações nas empresas A e B

Os estudos nos processos de projeto dos casos A e B trouxeram para a pesquisa uma forma de projetar edificações que engloba mecanismos ou ferramentas complementares ao BIM e à GC nas decisões de projeto, para registro e *feedback* da empresa de projetos.

Embora o principal *software* gerencial de modelagem para extrair e compartilhar conhecimento seja o mesmo nas duas empresas, a empresa A ainda oferece a possibilidade de *plug-ins* e alguns programas complementares que diferem da empresa B.

Ao utilizar de ferramentas colaborativas baseadas na internet e sistemas de tecnologia da informação (TI) para armazenamento de documentos, informações e padrão de projetos (contendo especificações, correspondências, procedimentos e manuais que podem ser compartilhados via extranet) as empresas A e B atendem às necessidades de comunicação entre seus projetistas e os demais envolvidos (construtora, engenheiros complementares e equipe de obras) e atendem, principalmente, à acessibilidade das informações (armazenamento e transmissão) que são transformadas em conhecimento para sua aplicação em novos projetos. Cada uma das empresas apresentou durante as entrevistas seu próprio meio de lidar com a informação em uma trajetória de simples documento para uma informação manipulada a partir de dados de projeto (BROQUETAS, 2011).

Por caracterizar bem o problema ou demanda de projeto e o ponto focado na solução proposta, a forma como são registradas as informações no relatório da empresa A faz-se adequada como registro de conhecimento e aprendizagem porque o conhecimento transferido posteriormente pela empresa entre diferentes projetos representa um potencial para melhoria do desempenho destes projetos através de uma transferência de aprendizado eficaz.

No entanto, destaca-se a possibilidade de identificar procedimentos ainda mais eficazes para a sistematização e compartilhamento do conhecimento adquirido, aperfeiçoando cada vez mais o processo de projeto, porque as informações centralizadas no “banco de soluções” de cada empresa podem não contribuir integralmente para o desenvolvimento dos projetos. Ainda que o conhecimento adquirido pelas empresas A e B possa ser tomado como referência para elas orientarem decisões em futuros projetos, não há evidências precisas ou objetivas sobre o desempenho do relatório de compatibilização, por exemplo, quanto ao aproveitamento de todas as informações nele lançadas e sua conversão em conhecimento para realimentar a prática de projeto.

3) Compreensão do processo de projeto pelas empresas A e B

Na maior parte das obras do portfólio das empresas analisadas, a harmonização do projeto com as necessidades da produção figura como ponto importante para atendimento aos prazos e custos planejados. Mais que isso, as empresas demonstraram ter compreensão do processo de projeto em sua forma

interativa e não interpretam o processo como um único ato isolado de desenvolvimento de projeto.

Sabe-se que a natureza interativa do projeto não é compatível com o raciocínio linear imposto em desenhos organizacionais do setor. Reforça-se a afirmação de Pereira (2014) em que na visão linear tem-se a dificuldade de organizar o fluxo de informações e de retroalimentar o processo. O modo de desenvolver o processo de projeto da empresa B entra em concordância com um movimento interativo, mais dinâmico e uniforme do conjunto de participantes do processo (AVILA, 2010). Assim ela agrega valor ao projeto que entrega, porque adota um processo de projeto em que considera previamente o impacto dos problemas entre projetos complementares e ajuda a controlar os subprocessos individuais em detrimento do processo global para reduzir o desperdício.

4) Práticas da GC nas empresas A e B e o modo como tratam a informação

As práticas de GC diferem em cada uma das empresas, assim como suas maneiras de gerenciar as informações de projeto, conforme a síntese a seguir:

A empresa A realiza:

- 1 - Coleta e levantamento das informações a serem modeladas (*checklist*);
- 2 - Modelagem das informações dos projetos recebidos, com a incorporação dessas informações ao modelo e decomposição gráfica em propriedades de elementos, objetos e pacotes de trabalho diversos, com o estabelecimento de padrões para a troca das informações entre agentes;
- 3 - Armazenamento digital, distribuição e controle das informações relevantes a serem consideradas em projeto, as quais são feitas com um portal colaborativo de gestão de arquivos integrados.

As informações incluídas na modelagem são provenientes da construtora e do trabalho de toda a equipe de projetistas complementares. A empresa A não inclui informações próprias no processo de projeto porque se responsabiliza apenas pela compatibilização dos projetos recebidos.

Como visto, sua gestão garante a entrega de documentos gráficos com as informações necessárias para a execução do projeto e um relatório descritivo, de texto corrido e com a descrição de itens.

A empresa B realiza:

- 1 - Coleta das informações a serem modeladas (*BIM Mandate*);
- 2 - Integração das informações dos projetos recebidos, com a definição e sequenciamento das atividades e viabilização entre os projetos;
- 3 - Detalhamento e quantitativo de armaduras e fôrmas, indicação de níveis, eixos de amarração, cotas brutas e acabadas, tipologia e quantitativo de fôrmas, concreto, aço e de armaduras, seção de vigas e pilares, prescrições normativas para orientação do processo construtivo, dentre outras informações referentes às peças estruturais, as quais são transformadas em plantas, cortes e detalhes construtivos;
- 4 - Integração das informações dos projetos recebidos com suas soluções estruturais, com a definição de início e fim das atividades, sequenciamento e duração de cada uma e previsão para os projetos complementares atuarem conjuntamente com o projeto estrutural e vice-versa;
- 5 - Armazenamento digital, distribuição e controle das informações relevantes a serem consideradas em projeto, as quais são feitas com um portal colaborativo de gestão de arquivos integrados.

As informações geridas pela empresa B são provenientes da construtora e do trabalho da equipe de projetistas complementares, mas também da própria empresa B, que inclui informações de seu projeto estrutural no processo de projeto e as integra previamente às outras disciplinas porque a mesma garante a entrega de versões inteiras de projetos.

Entende-se com isso que o valor agregado ao projeto também pode aumentar com a participação do engenheiro estrutural no planejamento e desenvolvimento dos demais projetos complementares porque, segundo Medeiros e Melhado (2013), a transferência de informação e de conhecimento deve ocorrer também entre projetos e agentes de projeto.

5) Diferenças entre o conhecimento presente nas empresas A e B

Por meio do estudo comparativo entre as empresas A e B pôde ser ressaltada uma diferença significativa entre o conhecimento presente em cada uma, que se explicaria pela diferença do grau de conhecimento entre os dois profissionais. Procurou-se evidências de que o processo e a qualidade do produto - com soluções mais adequadas para a obra - de um exemplo, fosse significativamente diferente do outro.

O uso de diferentes termos, assim como um foco em diferentes problemas, pôde ser observado durante as entrevistas, dentre as quais ressaltam-se o uso dos termos de compatibilização e integração:

- No primeiro caso, o termo compatibilização foi empregado com frequência nas entrevistas pelo engenheiro gestor porque o BIM é usado para promover a compatibilização de projetos.
- No segundo caso, em que a empresa trabalha com o processo de projeto, fazendo do projeto um processo, o raciocínio do engenheiro gestor é o de integração de projetos, cuja necessidade entre agentes de projeto e produção foi apontada por Broquetas (2011). Não à toa, a empresa B não usa o termo compatibilização, mas o termo técnico *clash detection*, porque, apesar de integrar sua solução estrutural com o projeto arquitetônico e os demais complementares, há sempre uma pequena solução, a qual passa despercebida pelos projetistas e que se identifica como detecção de colisão, quando um problema resulta de dois corpos ocupando o mesmo espaço.

Com seu conhecimento sobre o lançamento de estruturas de concreto armado, cálculo e execução, o engenheiro gestor da empresa B é capaz de levar conhecimento aos demais projetos quando os integra com sua própria solução estrutural enquanto utiliza o BIM, conforme descrição do processo de projeto em entrevista. O engenheiro gestor da empresa A, por sua vez, apresenta habilidades tecnológicas como especialista em engenharia digital para lidar com os programas de modelagem e compatibilização mencionados, que faltam no segundo exemplo.

A empresa A entrega o projeto como um produto melhor para a construtora, já compatibilizado com problemas decorrentes de um sistema linear de desenvolvimento

de projeto revistos e solucionados, volta sua preocupação para o produto no qual constam as pranchas de projeto entregues no canteiro de obras.

A empresa B atende à construtora desde a concepção, na etapa de anteprojeto, porque, embora sua especialidade esteja na área de estruturas, em função da construtora Beta para a qual trabalha já ter incorporado o conceito BIM, ela se preocupa em buscar soluções para os projetos arquitetônico e complementares, integradas com sua própria solução como calculista estrutural.

Conforme conteúdo retirado do *website* da construtora Beta, em 25 abr. 2020,

O grupo possui equipe própria especializada em planejamento e gerenciamento de projetos, que tem como objetivo a busca pela otimização de seus processos, levar soluções construtivas aos clientes, otimização de custos controle de produtividade e a excelência na execução. Utilizamos a metodologia BIM (3D), o que possibilita maior qualidade, identificação de interferências, redução de perdas e maior facilidade de visualização dos projetos durante a execução das obras.

Entende-se que existe uma compreensão diferente de tempo entre as duas empresas: em uma delas, o processo de projeto linear, com etapas individuais consecutivas, é visto como cíclico e o término de uma etapa representa um fim; e na outra, o processo de projeto evolutivo, com atividades multidisciplinares integradas, é visto como contínuo e suas atividades são um processo em continuidade.

Sobretudo, a empresa B apresentou mais conhecimento do que um grande volume de informações agregado ao processo de projeto.

Nesse aspecto, o conhecimento como recurso significa principalmente dispor de informações suficientes para integrar projeto e produção, retroalimentar o processo de projeto com decisões baseadas em acertos para o projeto vigente e os próximos, incrementar a produtividade, evitar retrabalhos, e reduzir prazos e custos, em concordância com os autores Dave e Koskela (2009), Medeiros e Melhado (2013) e Ferrada e Serpel (2014), já mencionados.

6) Utilização de conhecimento para a entrega de produto e valor

A empresa A utiliza seu relatório de compatibilização e o conjunto de notas e etiquetas de discussão aberto aos projetistas (o que facilita a comunicação de projeto), para atender a seus clientes e à produção, aos quais entrega um produto.

Enquanto isso, a empresa B verifica o impacto dos problemas entre projetos complementares, e seu controle sobre o processo de projeto considera os subprocessos individuais em detrimento do processo global para, desse modo, reduzir o desperdício e enfatizar somente nas atividades que agregam valor ao projeto. Valor é o que ela entrega.

A empresa B entrega mais do que o produto formado por representações gráficas, especificações técnicas, etc. Em suas soluções projetuais estão implícitos conhecimentos e conceitos que resultam na composição das estruturas e na instalação dos diversos sistemas, elaborados para determinada edificação.

O conhecimento utilizado pelo engenheiro chefe da empresa B para o lançamento estrutural é um conjunto de experiências a partir do qual ele agrega valor ao projeto e faz disso uma diretriz de projeto. Seu trabalho tem início na integração com a construtora e, desse momento em diante, parte impreterivelmente para a integração de suas soluções estruturais com o projeto arquitetônico e os demais complementares, conforme ilustrado no mapeamento (Apêndice C). Ele utiliza o conhecimento como uma estratégia, em que se apropria da sua experiência para formalizar a GC na organização e demonstra a sua identificação com os conceitos práticos desse tipo de gestão, aplicando-os para o cumprimento de estratégias como levar conhecimento aos demais projetos.

Segundo Silva e Novaes (2007), o conhecimento, que no passado era um importante insumo para atingir objetivos estratégicos, passou a ser uma estratégia fundamental.

Tendo como foco as conclusões sobre os dois estudos de caso, o quadro 9 sintetiza a aplicação da GC e a aprendizagem em cada um deles:

QUADRO 9 – Aplicação da GC e a aprendizagem nos estudos de caso

	Empresa A Produto	Empresa B Processo
Aplicação da GC	Criação, organização, armazenamento, recuperação, transferência, acesso e compartilhamento por meio de um Relatório de compatibilização	Criação, organização, armazenamento, recuperação, transferência, acesso e compartilhamento por meio do <i>software</i> BIMCollab; compartilhamento em reuniões internas
Aprendizagem	Interface engº gestor-projetistas, e projeto-produção; Revisões de projeto e relatório	Interface engº gestor-construtora, e projeto-produção; revisão de projeto
Termos	Compatibilização	<i>Clash detection</i>
Processo de projeto	Compatibiliza	Integra
Domínio	Modelagem	Integração
Entrega	Produto (volume de informações)	Valor (conhecimento)
Construtora contratante	Lista de questionamentos sobre o padrão para desenvolvimento do projeto enviada à construtora Não apresenta conceito BIM incorporado	Recebe BIM <i>Mandate</i> da construtora Apresenta conceito BIM incorporado

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

7) Identificação de boas práticas no processo de projeto em BIM

A análise dos dois casos propiciou também a identificação de boas práticas no processo de projeto em BIM.

Seu uso muda a prática de projeto, pois com ele o engenheiro gestor da empresa B elabora seu projeto enquanto considera as outras disciplinas (há mais interação entre as pessoas envolvidas) e as questões de interferências e incompatibilidade passam a ser resolvidas no modelo (não mais na obra), pois o engenheiro gestor trabalha com base na certeza e na qualidade do modelo de projeto. Como resposta, a obra passa a ser executada com menor nível de incertezas, favorecendo a agilidade da produção.

O BIM faz com que o projetista se organize melhor para armazenar coerentemente a grande quantidade de dados iniciais de projeto e posteriormente todas as informações e detalhes pertinentes à integração dos projetos; faz também com que ele enxergue as interfaces com as disciplinas complementares e com o coordenador de modelagem da construtora porque todas as informações de projeto acabam inseridas em um mesmo contexto durante a modelagem e porque a troca de informações passa a ser compartilhada durante a interface. Sobretudo, o BIM faz com que o projetista agilize as decisões de projeto, pois é possível contar com visualizações que sobrepõem diversas informações de projeto simultaneamente, as

quais não existiam antes nos sistemas de suporte tradicionais de projeto que não faziam uso do BIM.

Segundo o engenheiro gestor da empresa B, ele consegue se antecipar e ganhar tempo para próximas decisões de projeto e, uma vez dominado o uso dos *softwares* e suas ferramentas, a rapidez das soluções de projeto aumenta, devolvendo a ele aproximadamente 30% de seu tempo.

Como visto, além de proporcionar mais agilidade nas tomadas de decisão e produção, a tecnologia mencionada, somada à competência humana, facilita a criação de conhecimento e permite acesso a mais informações de qualidade.

Tanto a criação de conhecimento, como o acesso a mais informações de qualidade se fazem possíveis porque a tecnologia permite a visualização para análise da modelagem, de relatórios, de documentos, etc. e porque permite também reunir informações em um mesmo contexto de projeto para assimilar e registrá-las e, além disso, a tecnologia permite a classificação e filtragem dessas informações quando já assimiladas.

As vantagens mencionadas são transformações positivas oferecidas com a oportunidade BIM e que podem ser aproveitadas para a transformação da informação em conhecimento.

8) Identificação de problemas no processo de projeto em BIM

Também foram identificadas categorias de problema no processo de projeto em BIM de ambas as empresas.

No caso da empresa A, aumentar seu atual nível de detalhes (LOD) incorporados na modelagem de armação, faz o tempo de dedicação ao projeto superar o tempo necessário para desempenhar a atividade condizente na produção, ação esta que acaba sendo descartada. A possibilidade que esta empresa oferece de visualização das informações de projeto pela equipe de obras treinada para isso, pode ser o que evita o comparecimento do engenheiro gestor no canteiro para maiores esclarecimentos. Mas o nível de detalhes constatado em exemplos de modelagem poderia estar relacionado com as solicitações da equipe de canteiro (as quais são feitas diariamente).

Quando a empresa A é contratada apenas para modelagem e compatibilização, sem interferir na concepção do produto, é comum haver erros de nomenclatura e medidas entre plantas e cortes estruturais ou de circuito elétrico, entre outros e eliminar esses erros requer um tempo adicional no tempo de desenvolvimento do projeto. Quando sua contratação abrange o trabalho completo de projeto, modelagem e compatibilização, é possível então evitar erros durante a modelagem, pois os projetos são corrigidos previamente pela mesma empresa que os modela.

Apesar de lidar com projetos complementares, a compatibilização a que se restringe não antecipa a entrega de valor em projeto, pois a própria compatibilização já é uma atividade pós-desempenho sem a avaliação prévia ou desenvolvimento conjunto dos projetos complementares, a qual implica em retrabalhos.

No caso da empresa B, foram relatados durante a entrevista erros de execução de projeto no canteiro que poderiam ser provenientes de dúvidas de interpretação e falta de conhecimento ou carência de informação fornecida no projeto entregue. Quando ocorrem problemas dessa natureza, demandam a consulta do projetista por parte do engenheiro gestor da obra ou do mestre de obras para debater alternativas apropriadas. Algumas das sugestões oferecidas pela equipe de produção para melhores arranjos de armaduras (as quais foram mencionadas na entrevista como facilitadoras da montagem) poderiam ser uma consequência da ausência de certas especificações estruturais ou falta de conhecimento em canteiro.

Considerando que no projeto arquitetônico encontra-se a produção inicial que dispara as demais, o excesso de versões de um mesmo projeto arquitetônico sem uma versão final definida e as inconsistências de informações entre o próprio escritório de arquitetura e a construtora, conforme apontado pelo engenheiro gestor da empresa B, impactam diretamente no relançamento do projeto estrutural. Para evitar essa recorrência, os benefícios do BIM dependem de uma organização prévia e coletiva do processo de projeto e, para que as informações de projeto contribuam com o tomador de decisões, exige-se um planejamento completo do processo de projeto com a antecipação de incoerências entre projetos complementares, conforme apontado no início do mapeamento B (ver apêndice B).

A diferença em usar o BIM nesse momento é que o projeto, apesar de mais interativo, precisa ser recebido pelo engenheiro gestor de forma mais completa para evitar retrabalhos. Até então, utilizar de ferramentas BIM sem a existência dessa cultura gera desperdício de tempo e investimento.

Considerando que o engenheiro gestor da empresa B não entrega projetos por partes, mas versões inteiras e integradas às outras disciplinas, ele tem seu prazo de projeto alterado, pois o mesmo lhe demanda mais tempo.

Como o BIM implica em uma nova forma de pensar e desenvolver o processo de projeto, implementá-lo requer um investimento em novas habilidades e aptidões de mão (e mente) de obra, de toda a cadeia de profissionais envolvidos no empreendimento (BREWER et. al., 2012). Tal necessidade foi o que demandou a contratação de um profissional na empresa B para trabalhar exclusivamente com a documentação relacionada ao projeto para obra (extração, cadastro e numeração de plantas em formato 2D provenientes dos programas Revit e Archcad).

Portanto, a quantidade de troca de informações para atualizações do modelo, com base nas informações fornecidas pela construtora, torna o processo de projeto em BIM mais demorado, pois a modelagem passa a ser mais trabalhosa, exigindo mais tempo e investimento em funcionários treinados para uso de *softwares* de modelagem e sua interface com os *softwares* de outros profissionais. A aprendizagem facilitada pelo BIM e a mudança nas rotinas das empresas de projeto são lentas e mais caras, pois sua implantação demanda um planejamento efetivo por parte das empresas que o adotam (BREWER et. al., 2012).

Com o uso do BIM, o engenheiro gestor da empresa B consegue enviar virtualmente o 3D para a obra por meio de leitura de um código QR, e o projeto então pode ser, então, visualizado em partes. Mas para isso, é preciso que a equipe de obra receba treinamento e tenha equipamentos para processamento e recebimento das informações provenientes dos *softwares*.

Apesar da implantação do BIM combinada a outras ferramentas oferecer soluções que podem ser adotadas e futuramente desenvolvidas em outras organizações (com desafios em contextos similares), ela requer um desenvolvimento mais avançado dos modelos, ferramentas complementares e diferentes arranjos organizacionais.

Ainda que os estudos em BIM tenham ajudado a defini-lo como um aliado importante diante de iniciativas ou intenções de uso da GC e uma oportunidade na transformação da informação em conhecimento e apesar de ele desempenhar um importante papel na detecção de incoerências, o modelo informado do BIM, com o objetivo de gerenciar, assimilar e visualizar a informação e o formato protocolar de introdução dessa ferramenta não apresenta, isoladamente, capacidade de produzir

conhecimento. Em outras palavras, enquanto processo e tecnologia de gestão da informação, o BIM não gera conhecimento por si. O que ele faz é modificar a forma de pensar, agir, administrar e de gerenciar o conhecimento.

Entende-se que há um confronto com o fator humano e o conhecimento, que é retido por funcionários *sêniores* ou aqueles com experiência e capacidade de transferir esse conhecimento de maneira reflexiva. Sabe-se que a informação em si não é conhecimento. Neste ponto, compreende-se o BIM por um lado negativo que falha nessa transferência de conhecimento, pois limita a forma de produção de conhecimentos com uma protocolização dos trabalhos e que, por sua vez, altera as formas comportamentais dentro das empresas administrativas, quando estas começam a produzir uma série de situações de rotinas induzidas pelo BIM (ou que o alimentam).

Tais aspectos puderam ser observados a partir do relato de informações relevantes ao projeto que passaram a constituir uma memória técnica contendo algumas das solicitações e sugestões dos projetistas e do aperfeiçoamento do *checklist* de projetos da empresa B e das listas de levantamento dos projetos arquitetônicos, o qual induziu a novos protocolos de trabalho durante o desenvolvimento do projeto subsequente e uma repetição de mais rotinas para o desenvolvimento dos próximos.

5. CONCLUSÕES

Esta parte condensa os pontos centrais da discussão e decorre naturalmente para apresentar evidências à resposta da pergunta de pesquisa: **Como o conhecimento está sendo gerenciado nas atividades de projeto, centradas no produto ou processo, na construção civil com a introdução do BIM?**

Conclui-se que:

Na empresa A, cujo conceito de projeto adotado aproxima-se do projeto como produto, o uso do BIM favorece a GC ao se gerar um relatório de compatibilização das informações recebidas e modeladas a partir dos principais projetos recebidos. Não apenas o relatório documentado com as decisões tomadas juntamente aos projetistas que representam a construtora, como também as informações detalhadas de projeto ficam disponíveis aos projetistas e à produção na forma de conhecimento gerado, armazenado e disponível para futuros projetos.

O conhecimento gerado nesse primeiro caso é, por vezes, proveniente da interface entre o engenheiro gestor que representa a empresa A e os projetistas que representam a construtora contratante, mas também resulta das trocas de informações entre o engenheiro gestor e a produção, mais uma vez por meio do BIM, cujo um dos aplicativos permite ao mestre de obras visualizar o modelo e reportar ao engenheiro gestor detalhes que passaram despercebidos em fase de projeto.

Na empresa B, na qual o conceito de projeto adotado aproxima-se do projeto como processo, o uso do BIM favorece a GC ao se atualizarem os manuais de procedimentos padrão da empresa em razão das informações recebidas pela construtora (demandas normativas) e das informações provenientes de obras (demandas técnicas), quando as informações relevantes ao projeto passam a constituir uma memória técnica contendo todas as solicitações e sugestões registradas e o conhecimento gerado pode então ser rastreado para sua reutilização em novos projetos. Por meio do BIM, o *checklist* de projetos da empresa B e listas de levantamento detalhado dos projetos arquitetônicos são aperfeiçoados a cada vez que se inicia um novo projeto.

O conhecimento gerado nesse segundo caso é, por vezes, proveniente da interface entre o engenheiro gestor que representa a empresa B e a construtora, cujas

lições aprendidas, contendo registros de informações embasadas na experiência e estratégias da construtora, são disseminadas ao engenheiro gestor no momento em que se começa um novo projeto, entre o engenheiro gestor e o coordenador da modelagem BIM, de acordo com as solicitações necessárias para o projeto e entre o engenheiro gestor e a equipe de obra, quando o aprendizado do projetista vem de questionamentos e solicitações da obra, ou de alguma experiência direta que ele teve com soluções encontradas na obra para superar dificuldades.

Em ambas as empresas, o BIM atua como um facilitador da aprendizagem, pois os respectivos engenheiros gestores passam a rever suas decisões em projeto e as soluções já empregadas passam a ser previamente consideradas para futuros projetos. Embora o engenheiro gestor da empresa A tenha a visão de interface necessária no processo de projeto, a compatibilização a que se restringe resulta do uso equivocado do BIM. Afinal, para a GC organizacional, além de sistemas bem estruturados, a integração é um aspecto fundamental para a eficácia do processo de projeto e sucesso na transferência de conhecimento.

Considerando as duas óticas de projeto abordadas neste trabalho, entende-se que o conhecimento das empresas A e B envolvido nos projetos e retroalimentado difere um do outro. O mesmo acontece com as práticas de GC em cada uma das empresas, e suas maneiras de gerenciar as informações de projeto.

Como visto, a aplicação das entrevistas ajudou a identificar como a tecnologia BIM está sendo utilizada sob as óticas de projeto enquanto produto e projeto enquanto processo, a identificar, sob tais óticas, diferenças na aplicação da GC e no conhecimento envolvido no projeto e retroalimentado.

Por meio dos resultados, identificaram-se também etapas do processo de projeto em BIM em que há uma gestão do conhecimento. Foi possível averiguar a relevância de informações relacionadas a procedimentos de canteiro e de experiências (as quais a empresa teve com outros projetos) que entraram no respectivo modelo BIM e identificar o processo e as ferramentas para a aprendizagem (como o conhecimento foi capturado, inserido e gerenciado antes de voltar ao processo de projeto), para que as lições sejam compartilhadas e gerem aprendizagem.

A análise de tais resultados ainda rendeu relatórios para ambas as empresas de projeto investigadas, os quais foram encaminhados para seus respectivos engenheiros.

Compreendeu-se, como objetivo principal da pesquisa, a gestão do conhecimento atrelada ao processo de projeto e à execução de estruturas de concreto armado a partir do uso do BIM.

Quanto ao objetivo específico, foram identificados os modos como o conhecimento é retroalimentado pela construtora aos projetistas e como a oportunidade BIM é utilizada nos dois casos com perspectivas distintas de fazer projeto. Com isso, pôde-se compreender a aplicação dos mecanismos de retroalimentação de informação na construção civil, atentando para a diferença entre os enfoques centrados no produto e no processo.

Quando investigada a possibilidade de captura de informação que não realimenta a prática de projeto, com possíveis desperdícios de informações e, conseqüentemente, de conhecimento para aprimorar o processo de projeto, ressaltase que, no caso da empresa A, se a construtora Alfa fornecesse a ela um *Bim Mandate* ou Plano de Execução BIM, as informações recebidas poderiam ser convertidas em conhecimento útil, para o projeto vigente e os próximos, desde o início do processo. E, uma vez constatado que as solicitações da equipe de canteiro ocorrem diariamente, o engenheiro gestor poderia coletar e registrar informações provenientes da produção nesses momentos para convertê-las em conhecimento útil a novos projetos.

Depois de rever informações que ficam registradas no relatório de compatibilização e de capturar conhecimento para com ele tomar decisões em novos projetos, a empresa A poderia disseminar ou ressaltar esse conhecimento adquirido através de reuniões com sua equipe interna sobre lições aprendidas.

No caso da empresa B, as informações fornecidas pela construtora Beta através do *Bim Mandate* já são convertidas em informações e conhecimento útil para o projeto vigente e os próximos desde o início do processo (quando a construtora e os engenheiros complementares são os mesmos). Os erros de execução de projeto no canteiro que foram relatados e que demandam a consulta do engenheiro gestor suscitam debates com a produção para alternativas apropriadas e as informações provenientes da produção ajudam a gerar melhores alternativas que depois são levadas aos próximos projetos.

Este trabalho apresenta contribuições adicionais ao estudo realizado por Medeiros (2012), ao analisar a mudança nas práticas de transmissão de informações da produção para o projeto quanto ao uso do BIM, partindo do modo como a construtora realimenta os projetistas e abordando a transferência de conhecimento entre empresas, os agentes envolvidos no desenvolvimento do empreendimento e entre projetos. O estudo apontou que o BIM pode favorecer a GC a partir da identificação de mecanismos para disseminar o conhecimento.

Podem ainda ser destacadas como contribuições da pesquisa realizada as constatações de que:

- A visão sistêmica da construtora contratante e o tipo de relação e comunicação que ela estabelece com a empresa de projeto influi diretamente na transferência de conhecimento entre as empresas envolvidas no desenvolvimento do empreendimento e potencializa ou neutraliza a colaboração e transmissão do conhecimento;
- As iniciativas de gestão do conhecimento e melhores práticas empregadas pelas duas empresas analisadas (para registro, armazenamento, extração e compartilhamento) podem servir de exemplo para aplicação em outras empresas do setor da construção civil;
- Projetos desenvolvidos em BIM e com versões integradas à todas as disciplinas, dilatam o prazo de desenvolvimento de projeto pelo projetista, mas o tempo despendido na integração do projeto beneficia a aprendizagem.
- O BIM requer protocolo e assim altera as formas comportamentais dentro das empresas administrativas, limitando a forma de produção de conhecimentos com uma protocolização dos trabalhos porque induz a empresa que o adota a uma série de situações de rotinas para alimentá-lo.

5.1 Considerações finais

O desenvolvimento dessa dissertação foi motivado pela necessidade de compreender como o percurso da informação em BIM pode ser interpretado na formação do conhecimento sobre soluções mais adequadas para a obra e atrelado à execução de estruturas de concreto armado no canteiro de obras, quando o projeto é baseado no produto e no processo, uma vez que foram identificados problemas e deficiências no processo de projeto, comuns às empresas analisadas, que poderiam ser minimizados com um sistema de gestão do conhecimento eficiente para retroalimentação do processo de projeto a partir da interface projeto-produção.

Os estudos sobre processos de projeto, combinados à revisão de literatura, auxiliaram na identificação e compreensão de projeto enquanto produto e processo.

A importância do projeto estrutural e sua influência nos projetos subsequentes enfatizaram a delimitação de um recorte em estruturas de concreto armado para produzir os estudos comparativos entre as perspectivas distintas de projeto enquanto produto e processo. As discussões realizadas com os engenheiros gestores dos dois estudos de caso levaram à definição de um mesmo foco em edificações residenciais verticalizadas para ambos os estudos.

Para atender aos objetivos foi adotado o Estudo de Caso como metodologia, considerando como estratégia estudos de casos múltiplos. Os resultados obtidos levam à conclusão de que é uma metodologia relevante porque o estudo comparativo pôde ressaltar a diferença entre o conhecimento presente em casos representativos de uma gama de empresas de engenharia e proporcionar novas visões à produção de conhecimento, não apenas para o setor da engenharia, mas também de arquitetura e construção.

Quanto a generalização do estudo de caso, sabe-se que, a partir de um conjunto particular de resultados, podem-se gerar proposições teóricas que seriam aplicáveis a outros contextos. Há uma determinada especificidade nos casos analisados e acredita-se que se repetirá em outras situações.

As iniciativas e melhores práticas das duas empresas analisadas (para a retroalimentação do processo de projeto a partir da interface entre projeto e produção) podem servir de exemplo para aplicação em outras empresas do setor da construção civil e poderão incentivar a identificação de procedimentos ainda mais

eficazes para a sistematização e compartilhamento do conhecimento adquirido, aperfeiçoando cada vez mais o processo de projeto.

Além da introdução do BIM em empresas de projeto, o trabalho também abordou, de certo modo, o amadurecimento na forma de produção de uma parte do mercado. Empresas especialistas em desenvolvimento de projetos e de caráter mais técnico, como os dois exemplos estudados, têm certa relação com as características ferramentais. No entanto, na atual fase de inserção do BIM (buscando consolidar o 4D), o uso desta tecnologia não produz um perfil específico de modo de trabalho. Isso ficou claro quando o estudo trouxe diferentes empresas, com perfis e formas de trabalho diferentes.

Com as considerações colocadas até aqui, pode-se avançar e assimilar elementos importantes da gestão do processo de projeto que favorecem a aplicação da GC e vice-versa e compreender essas duas estruturas inter-relacionadas.

Demonstra-se, portanto, uma contribuição científica não só para contextos semelhantes ao da pesquisa, mas para outras possíveis construções e reproduções de conhecimento em outros contextos.

5.2 Contribuições para trabalhos futuros

A pesquisa abre novas oportunidades de investigação em trabalhos futuros. Como perspectivas de novas pesquisas desencadeadas por este trabalho, ressaltam-se:

- Criar novos processos e ferramentas para o registro e compartilhamento de lições aprendidas;
- Desenvolver um artefato que apresente evidências de desempenho de forma precisa do conhecimento adquirido;
- Validar a aplicabilidade dos procedimentos e de um “banco de soluções” em uma situação real de processo de projetos;
- Investigar se há captura de informação que não realimenta a prática de projeto e a relação do desperdício de informação no processo de projeto com os enfoques centrados no produto e no processo.

REFERÊNCIAS

- ADENFELT, M.; LAGERSTROM, K. Enabling knowledge creation and sharing in transnational projects. **International Journal of Project Management**, v. 24, n. 3, p. 191–198. 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786305000979>> Acesso em: 03 Jul. 2018.
- ADJEI, K. O. K. Assessing implementation of knowledge management systems in banks, a case of Ghana. **Journal of Information and Knowledge Management**, v. 5, n. 1, p. 133-139. 2015. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.672.413&rep=rep1&type=pdf>> Acesso em: 18 Nov. 2019.
- AHMAD, H. S. **Development of KM model for knowledge management implementation and application in construction projects**. 2010. 280 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham, United Kingdom, 2010.
- ALL THINGS BIM: Diary of a 21st Century Architectural Technologist. **AIA BIM Protocol (E202)**. 2008. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/330028898/All-Things-BIM-AIA-BIM-Protocol-E202>> Acesso em: 03 Jun. 2020.
- ALVARENGA NETO, R. C. D., 2007. Knowledge management in the Brazilian organizational context: A shift towards the concept of “Ba”. **The Electronic Journal of Knowledge Management**, v. 5, n. 2, p. 143-152. 2007. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/183b/a6296a32ad52988bfdaf696fff8176bc4d90.pdf>> Acesso em: 03 Jul. 2018.
- ANDRADE, M. T. T; FERREIRA, C. V.; PEREIRA, H. B. B. Uma ontologia para a Gestão do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de Produto. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 3, p. 537-551, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n3/08.pdf>> Acesso em: 08 Mar. 2018.
- ARAYICI, Y. Towards building information modelling for existing structures. **Structural Survey**, Salford, v. 26, n. 3, p. 210–222. Jul. 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/235319595_Towards_building_information_modelling_for_existing_structures> Acesso em: 19 Mar. 2019.
- ARGYRIS, C. Teaching smart people how to learn. **Harvard business review**. Boston, p. 99-109, Mai/Jun. 1991. Disponível em: <<https://hbr.org/1991/05/teaching-smart-people-how-to-learn>> Acesso em: 18 Jan. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.636**: elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto arquitetônico. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia BIM AsBEA**: boas práticas em BIM. AsBEA. Fascículo 2. 2015. Disponível em:

<<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>> Acesso em: 03 Mar. 2020.

AVILA, T. C. F. **Gestão de Projetos na Construção Civil: Avaliação do processo em duas empresas construtoras de Florianópolis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. **Concepção, Planejamento e Gestão de Projetos Educacionais**. SlidePlayer. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/50446/>> Acesso em: 19 Abr. 2020.

BARROS; MELHADO, S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. Ed. ampliada e atualizada. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da USP, 2006. 87p.

BECERIK-GERBER, B; JAZIZADE, F.; LI, N.; CALIS, G. Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 3: p. 431–442. Mar. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/233897927_Application_Areas_and_Data_Requirements_for_BIM-Enabled_Facilities_Management> Acesso em: 24 Mar. 2019.

BIMFORUM. **Level of Development Specification**. 30 Out. 2015. Disponível em: <<https://bimforum.org/LOD/>> Acesso em: 18 Mar. 2020.

BIOTTO, C. N.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. Uso de modelagem 4D e *Building Information Modeling* na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 79-96. Jun. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212015000200079&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 12 Abr. 2019.

BRESNEN, M.; EDELMANN, L.; NEWELL, S.; SCARBROUGH, H.; SWAN, J. Social practices and the management of knowledge in project environments. **International Journal of Project Management**, v. 21, n. 4, p. 157–166. Abr. 2003. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026378630200090X>> Acesso em: 09 Jan. 2019.

BREWER, G.; GAJENDRAN, T.; GOFF, R. **Building Information Modelling (BIM): an Introduction and International Perspectives**. Research Report apresentado no Cyber Centre for Interdisciplinary Built Environment Research, University of New Castle, Jul. 2012.

BROQUETAS, M. **Using BIM as a Project Management Tool** How can BIM improve the delivery of Complex Construction Projects? 2011. 10f. Tese (Doutorado em Engenharia) - University of Applied Sciences Stuttgart, Germany, 2010.

CAIXETA, M. C. B. F.; FABRICIO, M. M. Gestão de projetos complexos: edifícios de saúde. In: KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; MOREIRA, D. de C.; PETRECHE, J. R.

D.; FABRÍCIO, M. M. **O processo de projeto em arquitetura**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 293-302.

CAIXETA, M. C. B. F.; FIGUEIREDO, A.; FABRÍCIO, M. M. Desenvolvimento integrado de projeto, gerenciamento de obra e manutenção de edifícios hospitalares. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 57-72, abr./jun. 2009. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/7420/5488>> Acesso em: 20 Jan. 2019.

CALAVERA, J. Human and psychological aspects of the implementation of quality control in construction. **Management, Quality and Economics in Building**. Editado por Artur Bezelga; Peter Brandon; E e FN Spon; Chapman e Hall. Londres, 1991, p. 484-494.

CARNEIRO, C. O estudo de casos múltiplos: estratégia de pesquisa em psicanálise e educação. **Psicologia USP**, v. 29, n. 2, p. 314-321. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65642018000200314&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 13 Fev. 2020.

CARRILLO, P. Lessons learned practices in the engineering, procurement and construction sector. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Loughborough, v. 12, n. 3, p. 236-250. Jun. 2005. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/d4a1/7d16fcbcbdbf2c1603052f0b5ce219162495.pdf>> Acesso em: 3 Jul. 2018.

CARRILLO, P.; CHINOWSKY, P. Exploiting Knowledge Management: The Engineering and Construction Perspective. **ASCE Journal of Management in Engineering**, v. 22, n. 1, p. 2–10. 2006. Disponível em: <https://repository.lboro.ac.uk/articles/Exploiting_knowledge_management_the_engineering_and_construction_perspective/9449954> Acesso em 29 Mar. 2020.

CASTRO, B. Setor da construção civil já conta com Plataforma e Biblioteca BIM. ABDI. 2018. Disponível em: <<https://www.abdi.com.br/postagem/setor-da-construcao-civil-ja-conta-com-plataforma-e-biblioteca-bim>> Acesso em: 03 Mar. 2020.

CATELANI, W. **Potencialidades do BIM**. CBIC. Brasília. 2019. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2019/09/FADF-Potencialidades-do-BIM-Rev-3d.pdf>> Acesso em: 03 Mar. 2020.

CHAU, K.; ANSON, M.; ZHANG, J. Four-dimensional visualization of construction scheduling and site utilization, **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 130, p. 598–607. Jul./Ago. 2004. Disponível em: <<https://ascelibrary-org.ez78.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1061/%28ASCE%290733-9364%282004%29130%3A4%28598%29>> Acesso em: 02 Jul. 2019.

CHAVES, F. J.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T.; BIOTTO, C. N. Building information modelling to cut disruption in housing retrofit. **Engineering Sustainability**. In: **Proceedings of the Institution of Civil Engineers**, v. 170, n.

ES6. p. 322–333. Jun. 2017. Disponível em:
<<https://www.icevirtuallibrary.com/doi/pdf/10.1680/jensu.16.00063>> Acesso em: 24
Mar. 2019.

CHI, H. L.; WANG, X.; JIAO, Y. BIM-Enabled Structural Design: Impacts and Future Developments in Structural Modelling, Analysis and Optimisation Processes. **Archives of Computational Methods in Engineering**, v. 22(1) p.135–151. Jan. 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11831-014-9127-7>> Acesso em: 29 Jul. 2019.

CHUNG, W.W.C.; TAM, C.K.S.; CHAN, M.F.S. Integrated QFD and knowledge management system for the development of common product platform. In: GUNASEKARAN, A.; KHALIL, O.; RAHMAN, S.M. (Eds), **Knowledge and Information Technology Management: Human and Social Perspectives**, Idea Group Publishing, Hershey, 2003. p. 51-71.

CODINHOTO, R. **Proposta de diretrizes para o planejamento integrado dos processos de projeto e produção**. 2003. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CONAN, M. **Concevoir un projet d'architecture**. Paris, L'Harmattan, 1990. 185p. (Collection Villes et Entreprises)

COSTA, J. M.; ABRANTES, V. **Design Management through Quality Evaluation. The Organization and Management of Construction: Shaping theory and practice**. v. 2. Langford and A. Retik. 1996. p. 829-842.

CRESWEL, J. W. **Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DAVE, B.; KOSKELA, L. Collaborative Knowledge Management - A Construction Case Study. **Journal of Automation in Construction**, v. 18, n. 7, p. 894-902. Nov. 2009. Disponível em: <<http://usir.salford.ac.uk/9597/>> Acesso em: 02 Jul. 2018.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento Empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DAWSON, J. A. Qualitative research findings: what do we do to improve and estimate their validity? Trabalho apresentado no **Encontro Annual da AERA**, Nova York, 1982.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (Orgs.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15-41

DESHPANDE, A.; AZHAR, S.; AMIREDDY, S. A framework to leverage BIM for knowledge management in AEC projects. **Procedia Engineering**, 85:113-122. Dez. 2014. Disponível em:

<<https://pdfs.semanticscholar.org/606a/bd6d732f3af3a2fd1983606974c4b5c878b9.pdf>> Acesso em 18 Mar. 2020.

DEHTEAR, B. B. **Gestão do Conhecimento e Gestão de Projetos**: o binômio que garante o sucesso do seu projeto. TI Especialistas. 2015. Disponível em: <<https://www.tiespecialistas.com.br/gestao-do-conhecimento-e-gestao-de-projetos-o-binomio-que-garante-o-sucesso-do-seu-projeto/>> Acesso em: 04 Jun. 2020.

EASTMAN, C. M. The representation of design problems and maintenance of their structure, in: J.-C. Latombe (Ed.), *Artificial Intelligence and Pattern Recognition in Computer Aided Design*, **Proceedings of the IFIP Working Conference**, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1978, pp. 335–365.

EASTMAN, C. M. et al. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FABRICIO, M. M. Desenvolvimento de produtos e inovações produtivas em empresas de construção de edifícios. **Produto & Produção**, vol. 10, n. 2, p. 121-138, jun. 2009.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. 2002. 351f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da USP Paulo, São Paulo. 2002.

FANTINATTI, P. A. P. **Ações de gestão do conhecimento na construção civil: evidências a partir da assistência técnica de uma construtora**. 2008. 139 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Construção) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FERRADA, X.; SERPELL, A. Selection of Construction Methods for Construction Projects: A Knowledge Problem. **ASCE Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 4, p. 1-11, Jan. 2014. Disponível em: <<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000715>> Acesso em: 04 Abr. 2020.

FONTENELLE, E. C.; MELHADO, S. B. **As melhores práticas na gestão do processo de projeto em empresas de incorporação e construção**. São Paulo, 2002. 22 p. Artigo Técnico. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

FOX, S.; HIETANEN, J. Interorganizational use of building information models: potential for automational, informational and transformational effects, **Construction Management and Economics** v. 25, n. 3, p. 289–296. Mar. 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/24078018_Interorganizational_use_of_building_information_models_Potential_for_automational_informational_and_transformational_effects> Acesso em: 05 Jun. 2018.

FRANCO, E. M. **Gestão do conhecimento na construção civil: uma aplicação dos mapas cognitivos na concepção ergonômica da tarefa de gerenciamento dos canteiros de obras**. 2001. 252 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

GARVIN, D.A. Building a Learning Organization. **Harvard Business Review**. Boston, v.71, p. 78-91, Jul/Ago. 1993. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/ProfessorAdalbertoAzevedo/garvin-1993>> Acesso em: 22 Nov. 2018.

GHAFFARIANHOSEINI, A.; TOOKEY, J.; GHAFFARIANHOSEINI, A.; NAISMITH, N.; AZHAR, S.; EFIMOVA, O.; RAAHEMIFAR, K. Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, p. 1046-1053. Aug. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032116308413>> Acesso em: 05 Jun. 2018.

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

GIRARDI, D. M.; SOUZA, I. M.; GIRARDI, J. F. O Processo de Liderança e a Gestão do Conhecimento Organizacional: as práticas das maiores indústrias catarinenses. **Revista de Ciências da Administração**. v. 14, n. 32, p. 65-76. Abr. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/2175-8077.2012v14n32p65>> Acesso em: 12 Jul. 2018.

GONÇALVES JÚNIOR, F. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**. AltoQI. 2018. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>> Acesso em: 03 Mar. 2020.

GRADVOHL, R. F.; FREITAS, A. A. F.; HEINECK, L. F. M. Desenvolvimento de um modelo para análise da acumulação de capacidades tecnológicas na indústria da construção civil: subsetor de edificações. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 41-51. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v11n1/a04v11n1.pdf>> Acesso em: 01 Nov. 2017.

GODOY, A. S. Refletindo sobre critérios de qualidade da pesquisa qualitativa. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 3, n. 2, p. 81-89, mai./ago. 2005.

GOEDERT, J.; MEADATI, P. Integrating Construction Process Documentation into Building Information Modeling. **Journal of Construction Engineering and Management**. v. 134, n. 7, p. 509–516, Jul 2008. Disponível em: <<http://web-b-ebsohost.ez78.periodicos.capes.gov.br/ehost/detail/detail?vid=0&sid=fc32e0da-b809-454f-82ef-724638dcadd3%40pdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbm9c9cHQYnlmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=501277493&db=aps>> Acesso em: 14 Abr. 2019.

HARTMANN, T.; FISCHER, M. Supporting the constructability review with 3D/4D models, **Building Research and Information** v. 35, p. 70–80. Fev. 2007.

JONGELING, R.; OLOFSSON, T. A method for planning of work-flow by combined use of location-based scheduling and 4d cad, **Automation in Construction**, v. 16. n. 2. Mar. 2007.

KAMARA, J. M.; AUGENBROE, G.; ANUMBA, C. J.; CARRILLO, P. M. Knowledge management in the architecture, engineering and construction industry. **Journal of Construction Innovation**, v. 2, n. 1, p. 53-67. 2002. Disponível em: <<https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/14714170210814685>> Acesso em: 02 Jul. 2018.

KAMHAWI, E. M. Knowledge management fishbone: A standard framework of organizational enablers, **Journal of Knowledge Management**, v. 16, n. 5, p. 808-828. Set. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/235274881_Knowledge_management_fishbone_A_standard_framework_of_organizational_enablers/link/5649d15608aef646e6d3032e/download> Acesso em: 18 Nov. 2019.

KARLSEN, J.T.; GOTTSCHALK, P. Factors affecting knowledge transfer in IT Projects. **Engineering Management Journal**, v. 16, n. 1, p. 3–11. Abr. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/276095532_Factors_Affecting_Knowledge_Transfer_in_IT_Projects> Acesso em: 03 Jul. 2018.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. **BIM – Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2015. Disponível em: <<http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2019.

KEROSUO, H.; MIETTINEN, R.; PAAVOLA, S. Challenges of the expansive use of Building Information Modeling (BIM) in construction projects. **Production**, v. 25, n. 2, p. 289-297, Abr./Jun. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132015000200289&script=sci_arttext> Acesso em: 24 Mar. 2019.

KHALIFA, Z. M.; JAMALUDDIN, M. Y. Key success factors affecting knowledge management implementation in construction industry in Libya. **Australian Journal of Basic and Applied Science**, v. 6, n. 5, p. 161-164. 2012. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/3547/3b622beba67f8684aff0d529da5c74032f3d.pdf>> Acesso em: 18 Nov. 2019.

KIM, W.; PARK, S. S. Knowledge management: A careful look. **Journal of Object Technology**, v. 2, n. 1, p. 29-38. Jan. / Fev. 2003. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/efb2/733669370995b5cd896cb5800582e69dac4f.pdf>> Acesso em: 03 Jul. 2018.

KOHL, H.; WUSCHER, S.; ORTH, R.; SEINHOFEL, E. Intellectual Capital Statements as a driver for Regional Development. **Paper peer-reviewed and**

accepted for the 7th European Conference on Intellectual Capital (ECIC), Cartagena, Spain. 2015.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. 296 f. Tese (Doutorado em Tecnologia) - Technical Research Centre of Finland - VTT. Helsinki, 2000.

KOSKELA, L.; BALLARD, G.; TANHUANPÄÄ, V. Towards lean design management. In: **Proceedings of the 5th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**. Gold Coast: IGLC, Jan. 1997. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/Towards-Lean-Design-Management-Koskela-Ballard/fb13d3af7bc84e17a8938032269df5287319c781>> Acesso em: 05 Jun. 2018.

KUMAR, S.; GUPTA, S. Role of knowledge management systems (KMS) in multinational organization: An overview. **International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering**, SRM University, India, v.2, n.10, p. 8-16. Out. 2012. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/cc95/e68e79619f935c580c6434932455809553c3.pdf>> Acesso em: 03 Jul. 2018.

KYMMELL, W. **Building Information Modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations**. New York: McGraw-Hill, 2008.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação**. 4. ed. LTC: Rio de Janeiro, 1999.

LAWSON, B. **How Designers Think**. The design process demystified. The Architectural Press, London, 1980.

LIU, A. W.; OLIVEIRA, L. A. de; MELHADO, S. B. A gestão do processo de projeto em Arquitetura. In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. de C.; PETRECHE, J. R. D.; FABRÍCIO, M. M. **O processo de projeto em arquitetura**. Ed. 1. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 64-79.

LUCHESI, E. S. F. **Gestão do Conhecimento nas organizações**. Companhia de Engenharia de Tráfego SP-notas técnicas - 221. São Paulo: 2012. Disponível em: <<http://177.8.164.86/media/117897/nota%20tecnica%20221.pdf>> Acesso em 03 Jun. 2020.

MACHADO, V. B. **Arquitetura Simultânea: A Tecnologia da Informação em um processo de projeto integrado**. 2004. 175p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 359-384. Out. / Dez. 2017.

MAGALHÃES, T. G.; DALMAU, M. B. L.; SOUZA, I. M. Gestão do Conhecimento para tomada de decisão: um estudo de caso na Empresa Júnior. **Revista Gestão Universitária na América Latina**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p.108-129. Mai. 2014. Disponível em: <<https://doaj.org/article/e9c7735e9c724f87928a99687ade50c7?frbrVersion=2>> Acesso em: 11 Jun. 2018.

MAGICAD. **BCF Manager**. Disponível em: <<https://www.magicad.com/en/feature/bcf-manager/>> Acesso em: 11 Mar. 2020.

MANENTI, E. M.; MARCHIORI, R. F.; CORRÊA, L. de A. Plano de execução BIM: proposta de diretrizes para contratantes e fornecedores de projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 65-85, jan./mar. 2020.

MARKUS, T.; ARCH, M. Optimisation by Evaluation in the Appraisal of Buildings. In: Value in Building. London, Ed. Hutton e Devonald, Applied Science, 1973. p. 82-111.

MEADATI, P.; IRIZZARY, J. BIM-a knowledge repositior. In: **46th Annual International Conference of the Associated Schools of Construction**. Boston: Massachussetts. 2010. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/BIM-%E2%80%93-A-Knowledge-Repository-Meadati-LEED/307501e903383f02c5b60172baaf7317f007df0e>> Acesso em: 14 Abr. 2019.

MEDEIROS, M. C. I. **Gestão do conhecimento aplicada ao processo de projeto na construção civil**: estudos de caso em construtoras. 2012. 419f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MEDEIROS, M. C. I.; MELHADO, S. B. **Gestão do conhecimento aplicada ao processo de projeto na construção civil**: estudos de caso em construtoras. São Paulo: EPUSP, 2013. 24 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/581)

MELHADO, S. B. **Gestão, Cooperação e Integração para um novo modelo voltado à qualidade do Processo de Projeto na Construção do Edifício**. 2001. 254p, Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2001.

MELHADO, S. O Plano da Qualidade dos Empreendimentos e a Engenharia Simultânea na Construção de Edifícios. In. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, 1999. **Anais em CD-ROM**: UFRJ/ABREPO, Rio de Janeiro, 1999.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. 294p, Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1994.

MIETTINEN, R.; PAAVOLA, S. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in Construction**, v. 43, p. 84–91. Jul. 2014.

- MINONNE, C.; TURNER, G. Evaluating knowledge management performance. **Electronic Journal of Knowledge Management**, v. 7, n. 5, p. 583 – 592. 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/229048349_Evaluating_Knowledge_Management_Performance/link/5d1e1852299bf1547c987adb/download> Acesso em: 18 Nov. 2019.
- MIRON, L. I. G.; ISATTO, E. L.; CODINHOTO, R.; FORMOSO, C. T. Gerenciamento do Processo de Desenvolvimento do Produto em Empreendimento da Construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABEPRO, 2002.
- MOHAMED, S. F.; ANUMBA, C, J. Opportunities for Improving Site Management Practices Throught Knowledge Management. In: INFORMATION AND KNOWLEDGE MANAGEMENT IN A GLOBAL ECONOMY, 2005, Lisboa. Proceedings... Lisboa: CIB W102, 2005. p. 465-486.
- MOHD Z. I. N.; EGBU, C. O. A review of knowledge management strategies - issues, contexts, and benefits for the construction industry. **Proceeding of the CIB World Congress**, Salford Quays, UK. 2010. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/5212/97bf707cffd7f35844aca305c454fa480317.pdf>> Acesso em: 18 Nov. 2019.
- NOGUEIRA, F. P. S. **Gestão do Processo de Projeto: Contribuições para a pequena empresa de projeto**. 2007. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2007.
- NONAKA, I. **The knowledge creating company**. Harvard Business Review, Boston, MA, p. 432-436. Nov.-Dez.1991.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The Knowledge Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation**. Oxford University Press, New York, NY. 1995.
- OLIVEIRA, M.; GOLDONI, V.; CONSTANTINO, F. Gestão do conhecimento: pesquisas realizadas e novas oportunidades. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza. **Anais ...**Fortaleza: ABEPRO, 2006.
- OLIVEIRA, P. C.; OSHIRO, A. U.; SOUZA, J. A.; DANDOLINI, G. A. Gestão Da Informação ou Gestão do Conhecimento? Percepção de profissionais da Indústria de Software de Santa Catarina. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 4, n. 2, p. 67-89. Jul. / Dez. 2014. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/pgc>> Acesso em: 16 Set. 2019.
- OKERE, G. O. Barriers and enablers of effective knowledge management: A case in the construction sector. **Electronic Journal of Knowledge Management**, Washington State University, EUA, v.15, n. 2, p. 85-97. 2017. Disponível em: <<http://www.ejkm.com/main.html>> Acesso em: 02 Jul. 2018.

OZTURK, G. B.; ERASLAN, O. Identifying the Advantages of BIM in Structural Design. **Eurasian Journal of Civil Engineering and Architecture**, Turquia, v. 2, n. 2, p. 25-32. Set. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328052297_Identifying_the_Advantages_of_BIM_in_Structural_Design> Acesso em: 30 Jul. 2019.

PALADINI, G. BIM. ISSUU. 2018. Disponível em: <https://issuu.com/gabriela.paladini/docs/bim>. Acesso em: 03 Mar. 2020.

PAWLOWSKY, P.; GOZALAN, A.; SCHIMIDT, S. **Wettbewerbsfaktor Wissensmanagement 2010: Stand der Praxis in der deutschen Wirtschaft**, Berlin: Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (ed.). 2011.

PEREIRA, L. M. **Desenho Organizacional para a Integração de Projetos através da Modelagem da Informação em Processos Colaborativos**. 2014. 235f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, 2014.

PICCHI, F.A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. 1993. 462 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PLUME, J.; MITCHELL, J. Collaborative design using a shared IFC building model — learning from experience, **Autom. Constr.** v. 16, n. 1, p. 28–36. Jan. 2007.

PRINS, M. On the Science War between Architecture, Technology and Management. In: **PROCEEDINGS OF CIB WORLD CONGRESS**, Toronto, 2004.

RISCHMOLLER, L.; ALARCÓN, L. F.; KOSKELA, L. Improving value generation in the design process of industrial projects using CAVT. **Journal of management in engineering**, v. 22, n. 2, p. 52–60, 2006. Disponível em: <[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2006\)22%3A2\(52\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0742-597X(2006)22%3A2(52))> Acesso em: 18 nov. 2019.

ROBINSON, H. S.; CARRILLO, P. M.; ANUMBA, C. J.; AL-GHASSANI, A. M. Knowledge management practices in large construction organizations. **Journal of Engineering, Construction, and Architectural Management**, Loughborough University, Loughborough, v. 12, n. 5, p. 431-445. 2005. Disponível em: <<https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/09699980510627135>> Acesso em: 02 Jul. 2018.

ROCHA, D. B. **Gestão do conhecimento em projetos: um estudo de caso sobre o registro de lições aprendidas como diferencial estratégico em uma empresa do setor de energia elétrica**. 2018. 162f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Organização do Conhecimento) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

ROKOOEI S. Building Information Modeling in Project Management: Necessities, Challenges and Outcomes. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, University of Nebraska-Lincoln, Nebraska, USA, 210 p. 97-95. Dez. 2015. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/286541567_Building_Information_Modeling_in_Project_Management_Necessities_Challenges_and_Outcomes> Acesso em: 02 Abr. 2020.

ROMANO, F. V. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações**. 2003. 381f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

ROSSINI, A. M.; PALMISANO, A. **Administração de Sistemas de Informação e a Gestão do Conhecimento**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

ROWE, P. G. **Design Thinking**. The MIT Press, Cambridge, MA. 1987.

RUSCHEL, R. C. TO BIM OR NOT TO BIM? III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo **Arquitetura, cidade e projeto: uma construção coletiva**. São Paulo, 2014.

SACKS, R.; KANER, I.; EASTMAN, C. M.; JEONG, Y.-S. The Rosewood experiment — building information modeling and interoperability for architectural precast facades, **Autom. Constr.**, v.19 (4), p. 419–432. Jul. 2010.

SAPSED, J.; GANN, D.; MARSHALL, N.; SALTER, A. From here to eternity? The practice of knowledge transfer in dispersed and co-located Project organizations. **European Planning Studies** v. 13, n. 6, p. 831–851. Set. 2005. Disponível em: <<http://eds-b-ebis.scohost.ez78.periodicos.capes.gov.br/eds/detail/detail?vid=0&sid=c50637b0-4aba-4a87-b3bb204c7539e5fa%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbmc9cHQtYnlmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=17961050&db=aph>> Acesso em: 18 Nov. 2019.

SCHEER, S.; AYRES FILHO, C. G. Abordando a BIM em níveis de modelagem. In: WORKSHOP BRASILEIRO GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 9. 2009, São Carlos. **Anais...** São Paulo: USP, ANTAC 2009.

SHOKRI-GHASABEH, M.; CHILESHE, N. Knowledge management: Barriers to capturing lessons learned from Australian construction contractors perspective. **Construction Innovation**, v.14(1), p.108-134. Jan. 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/CI-06-2013-0026>> Acesso em: 02 Jul. 2018.

SILVA, M. V. M. F. P.; NOVAES, C. C. A Gestão do Conhecimento e o Projeto de Edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. v. 2, n. 1, p. Mai. 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/307787009_A_Gestão_do_Conhecimento_e_o_Projeto_de_Edificações> Acesso em 13 Mar. 2020.

SINAENCO. Notícias: Governo estabelece metas e prazos para a implementação do BIM. **SINAENCO**. 2018. Disponível em: <<http://sinaenco.com.br/noticias/governo-estabelece-metas-e-prazos-para-implementacao-do-bim/>> Acesso em: 03 Mar. 2020.

SONNENWALD, D.H. Communication roles that support collaboration during the design process. **Design Studies**, v.17, n.3, Jun. 1996. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0142694X96000026>> Acesso em: 25 Nov. 2018.

SKRABA, C. P. **Agregação de Valor em Empreendimentos Imobiliários Comerciais: Análise segundo abordagem do Target Value Design**. 2016. 157f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

SOUZA, R.; GUNJI, H.; BAÍA, J. L. **Sistema de Gestão para Empresas de Incorporação Imobiliária**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004.

SUCCAR B. **Building information modelling: conceptual constructs and performance improvement tools**: University of Newcastle; 2014.

SUZUKI, R. T.; SANTOS, E. T. Planejamento 4D no brasil: levantamento orientado à percepção de resultados pelos diversos “stakeholders” da construção. In: **Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção**, 7., 2015, Recife. Anais. Porto Alegre: ANTAC, 2015.

TAN, H.; CARRILLO, P.; ANUMBA, C. Case Study of Knowledge Management Implementation in a Medium-Sized Construction Sector Firm. **ASCE Journal of Management in Engineering**, v. 28, n. 3, p. 338–347. 2012. Disponível em: <https://repository.lboro.ac.uk/articles/Case_study_of_knowledge_management_implementation_in_a_medium-sized_construction_sector_firm/9448475> Acesso em: 29 Mar. 2020.

TAREK, M. Knowledge management in the construction industry: Integration between research and practice. **International Journal of Engineering and Innovative Technology**, v. 4, n. 4, p. 30-41. Out. 2014. Disponível em: <http://www.ijeit.com/Vol%204/Issue%204/IJEIT1412201410_07.pdf> Acesso em: 18 Nov. 2019.

TERRA, J.C.C. Gestão do conhecimento: aspectos conceituais e estudo exploratório sobre as práticas de empresas brasileiras. In: Autores. **Gestão do Conhecimento em Empresas, Redes e Cadeias de Empresas no Brasil**. Ed. X. Local: Editora, 2001. p. 213-241.

THOMAS, D.; KEITHLEY, T. Knowledge management improves performance. **AACE International Transaction**, PM.17. 1-4. 2002. Disponível em: <<http://www.richardswanson.com/textbookresources/wp-content/uploads/2013/08/Ch-9-Knowledge-Mgt.pdf>> Acesso em: 02 Jul. 2018.

TRIVIÑOS, A. N. da S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2008.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo de processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras**

de pequeno porte. 1999. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

UMAR, U. A.; SHAFIQ, N.; MALAKAHMAD, A.; NURUDIN, M. F.; KHAMID, M. F.; FARHAN, S. A.; GARDEZI, S. S. S. 4D BIM application in AEC industry: Impact on integrated project delivery. **Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.**, University of Reading, UK, v.10, p. 547-552. Jun. 2015.

VIEIRA, M. M. F. e ZOUAIN, D. M. **Pesquisa qualitativa em administração:** teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

WALKER, D.H.T.; CHRISTENSON, D. Knowledge wisdom and network: a project management centre of excellence example. **The Learning Organization**, v. 12, n. 3, p. 275–291. Jun. 2005. Disponível em: <<https://www-emerald.ez78.periodicos.capes.gov.br/insight/content/doi/10.1108/09696470510592520/full/html>> Acesso em: 18 Nov. 2019.

WEBB, S.P. **Knowledge Management: Linchpin of Change.** London: The Association for Information Management (ASLIB), 1998.

WU, J.-W.; TSENG, J. C. R.; YU, W.-D.; YANG, J.-B.; LEE, S.-M.; TSAI, W.-N. An integrated proactive knowledge management model for enhancing engineering services. **Automation in Construction**, v. 24, n. 0, p. 81–88. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/257370991_An_integrated_proactive_knowledge_management_model_for_enhancing_engineering_services> Acesso em: 29 Mar. 2020.

XAVIER, L. A. O. P.; OLIVEIRA, M.; TEIXEIRA, E. K. Teorias utilizadas nas investigações sobre gestão do conhecimento. In: **RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, Issue 10, p. 1-17. Dez. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/263165096_Teorias_utilizadas_nas_investigacoes_sobre_gestao_do_conhecimento> Acesso em: 12. Jul. 2018.

YANG, D. The effect of knowledge management on product innovation – evidence from the chinese software outsourcing vendors, **iBusiness**, v. 3, n. 1, p. 16-22. Mar. 2011. Disponível em: <http://file.scirp.org/pdf/IB20110100010_78524776.pdf> Acesso em: 18 Jan. 2019.

YIN, R.K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZORZI, A. C. **Forma com molde em madeira para estruturas de concreto armado:** recomendações para melhoria da qualidade e produtividade com redução de custos. 2002. 213p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. São Paulo, 2002.

APÊNDICE A – 1ª parte

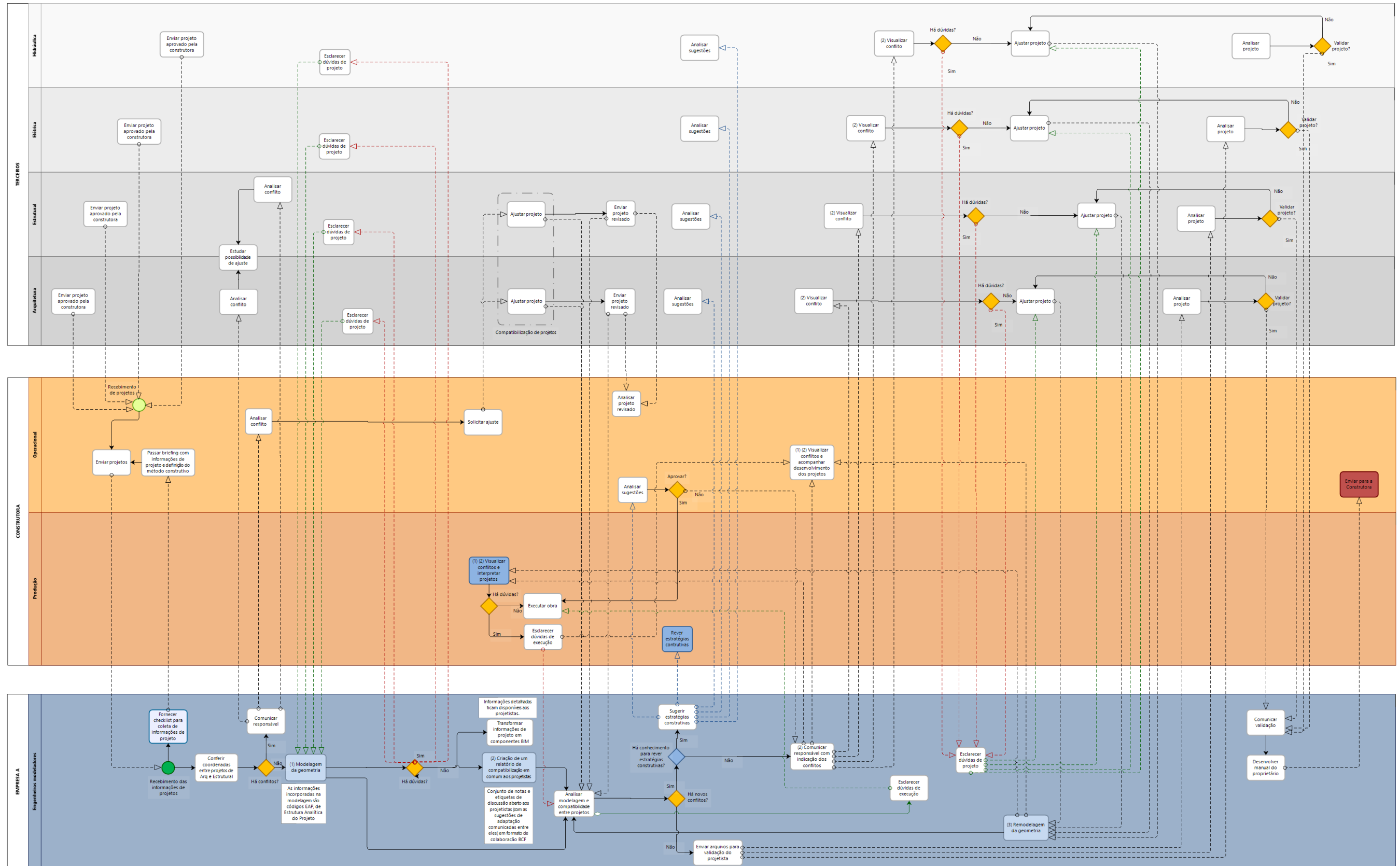
Após realizada a revisão bibliográfica foi elaborado este roteiro de entrevistas e de coleta de dados nas duas empresas de Londrina, o qual busca respostas para as seguintes questões:

- 1) Qual sua especialidade de trabalho?
- 2) Quem são seus contratantes?
- 3) Há quanto tempo você está familiarizado com BIM?
- 4) Que tipo de conhecimento você tem sobre BIM?
- 5) Quais conhecimentos sobre a execução de estrutura de concreto armado você precisa ter?
- 6) Quais informações estruturais da edificação estão presentes no seu modelo?
- 7) Quais são os *softwares* utilizados em sua empresa?
- 8) Quem faz a modelagem e detalhamento de projetos em sua empresa?
- 9) Com quem você se comunica durante o processo de projeto? E com qual frequência?
- 10) Quais informações a serem consideradas no processo de modelagem ou projeto estrutural você recebe do cliente contratante (por exemplo, sobre o método construtivo desejado, definição de sequências, instruções de montagem, estratégia em canteiro, informações de fabricantes, etc.)?
- 11) O formato em que o cliente envia as informações para desenvolvimento de projeto é sempre o mesmo?
- 12) Quanto tempo após seu trabalho ter começado leva aproximadamente para receber estas informações?
- 13) Qual o nível de detalhe da execução de estrutura de concreto armado incorporado em projetos BIM contribui para a melhoria do projeto?
- 14) Há dúvidas, informações e/ou desenhos complementares solicitados direta ou indiretamente pela equipe de canteiro de obra? Se sim, quais?
- 15) Com qual frequência estes desenhos são solicitados para sanar uma dúvida do requerente?
- 16) Quais costumam ser as alterações de projeto solicitadas a você?
- 17) Você tem alguma sugestão de uso diferente desta tecnologia que pudesse otimizar a interface projeto-produção?

- 1) Como você associa suas responsabilidades de projeto com as informações de modelagem e técnicas recebidas pela construtora? O que é feito com as informações que passam a você? E que diferença faz usar o BIM nessas horas?
- 2) Quando se documenta o responsável por uma decisão de projeto, como é registrada esta decisão? As tomadas de decisão são revistas futuramente em projetos semelhantes ou quando se volta a trabalhar com a mesma equipe de projeto? Como as informações provenientes das decisões tomadas são tratadas? O que é feito com elas? São classificadas?
- 3) Você considera que aprende com as informações de modelagem e técnicas recebidas pela construtora? Você toma decisões através do BIM com base no conhecimento ou estratégias que a construtora passa a você?
- 4) Que tipos de informações são transferidas da obra para o projeto? Como você as utiliza com o BIM?
- 5) O que é feita com a informação proveniente do canteiro de obras que ajudou a tomar decisões em projeto? Ela é incorporada em projetos similares? De que forma?
- 6) Como você pensa o processo de projeto para que as informações fornecidas pela construtora ou advindas da obra possam retroalimentá-lo? Você as compara e faz conexões com outras experiências de projeto que teve?
- 7) Você enxerga o BIM como facilitador ou mediador para a GC e a aprendizagem? Como e por quê?

APÊNDICE B

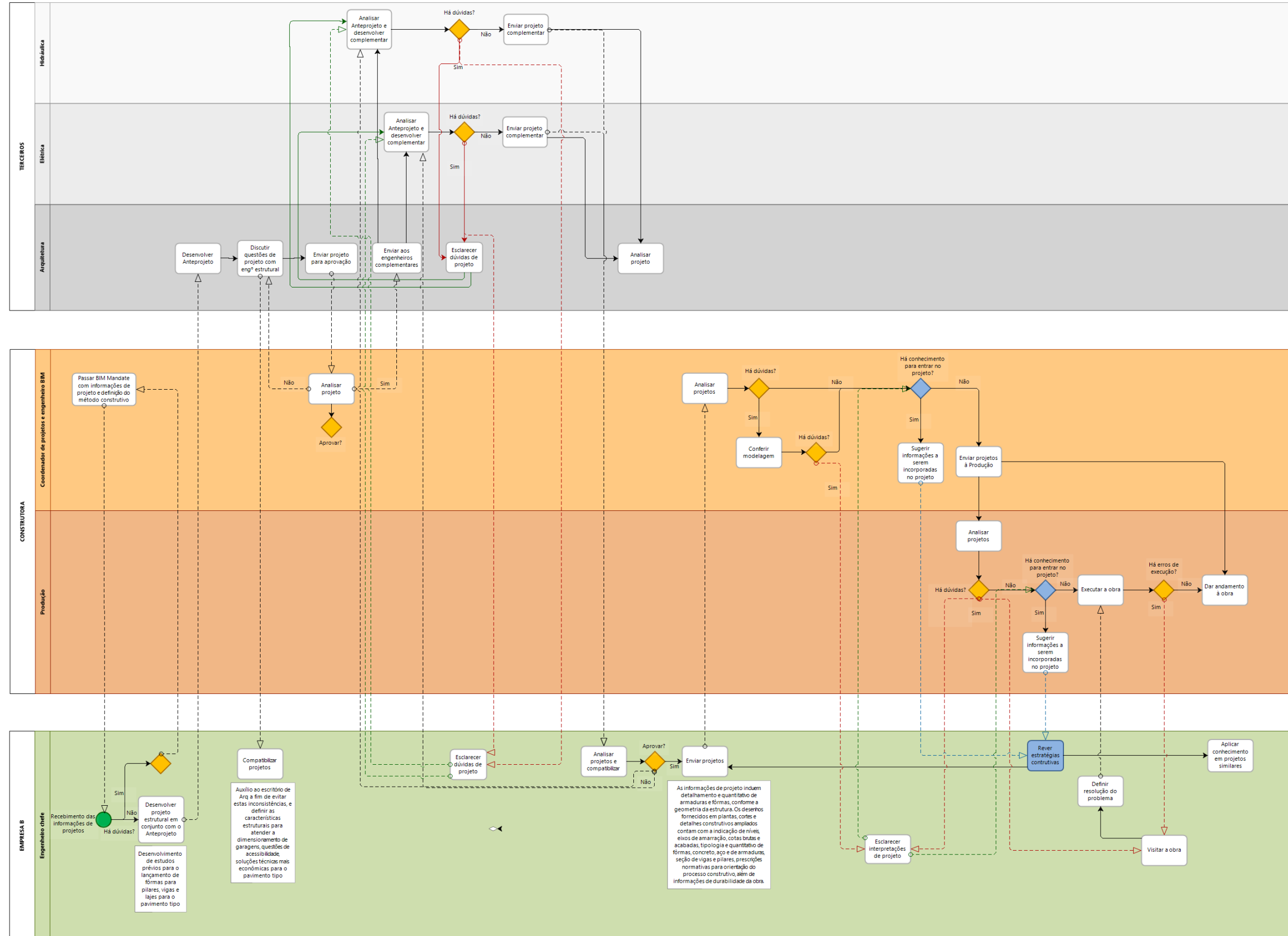
Mapeamento do Processo de Projeto da Empresa A – Projeto enquanto produto



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

APÊNDICE C

Mapeamento do Processo de Projeto da Empresa B – Projeto enquanto processo



Fonte: Elaborado pela autora (2019).