

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ARQUITETURA E URBANISMO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DIGITAL E TECNOLOGIA BIM**

SAUL COLLE NETTO

**MAPEAMENTO DOS PROCESSOS E DETERMINAÇÃO DOS
REQUISITOS DE INFORMAÇÃO UTILIZANDO A METODOLOGIA
IDM: ESTUDO DE CASO PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS
ESTRUTURAIS DE EDIFICAÇÕES NA CIDADE DE CURITIBA.**

MONOGRAFIA

CURITIBA

2019

SAUL COLLE NETTO

**MAPEAMENTO DOS PROCESSOS E DETERMINAÇÃO DOS
REQUISITOS DE INFORMAÇÃO UTILIZANDO A METODOLOGIA
IDM: ESTUDO DE CASO PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS
ESTRUTURAIS DE EDIFICAÇÕES NA CIDADE DE CURITIBA.**

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia Digital e Tecnologia BIM, do Departamento Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Scheer

CURITIBA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

MAPEAMENTO DOS PROCESSOS E DETERMINAÇÃO DOS REQUISITOS DE INFORMAÇÃO UTILIZANDO A METODOLOGIA IDM: ESTUDO DE CASO PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS ESTRUTURAIS DE EDIFICAÇÕES NA CIDADE DE CURITIBA

por

SAUL COLLE NETO

Esta Monografia foi apresentada em 12 de setembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de **Especialista em ENGENHARIA DIGITAL E TECNOLOGIA BIM**. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Sérgio Scheer
Prof. Orientador

Fábio Freire
Membro titular

Heverson Akira Tamashiro
Membro titular

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Sérgio Scheer pelo direcionamento fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Gostaria de deixar registrado também a contribuição da Empresa Procalc Engenheiros Associados pelas discussões técnicas e disponibilidade que foram importantes para o resultado final deste trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer a minha família pelo apoio e compreensão ao longo de todo o curso.

RESUMO

O mercado da construção civil tem sofrido transformações significativas, demandando cada vez mais o envolvimento de especialistas das mais diversas áreas no processo de concepção de uma edificação. Esta maior quantidade de envolvidos resulta em fluxos intensos de informação que, se não estiverem devidamente mapeados, podem resultar em falhas no processo ou perda de produtividade. Neste trabalho, por meio de um estudo de caso, foram mapeados os processos de projetos de estruturas de concreto armado para edificações utilizando BIM (Building Information Modeling). Foram documentadas três fases de projeto desenvolvidas pela empresa: Anteprojeto, Pré-executivo e Executivo. Para as atividades do fluxo que requeriam intensas trocas de informação foram identificados os requisitos de informação dos profissionais envolvidos nesta etapa. Para o levantamento dos requisitos de troca foi utilizada a metodologia IDM (Information Delivery Manual), que é uma metodologia destinada a mapear processos que ocorrem na construção civil, os envolvidos e requisitos de troca de informação em fases específicas. Foram apresentados os requisitos de troca de informação de etapas consideradas críticas e que retornaram ganhos de qualidade e produtividade a empresa. Foi avaliado que o uso da metodologia IDM pode trazer ganhos significativos no processo de produção de projeto de estruturas em concreto armado por meio da melhoria contínua dos processos e melhor aproveitamento das informações.

Palavras-chave: *Building Information Modeling. Information Delivery Manual. Fluxos de trabalho.*

ABSTRACT

The construction industry has undergone significant changes, increasingly requiring the involvement of experts from various areas in the process of designing a building. This greater number of stakeholders results in intense information flows that, if not properly mapped, can result in process failures or lost productivity. In this work, through a case study, the design processes of reinforced concrete structures for buildings using BIM (Building Information Modeling) were mapped. Three project phases developed by the company were documented: Draft, Pre-Executive and Executive. For the flow activities that required intense information exchange, the information requirements of the professionals involved in this stage were identified. For the survey of the exchange requirements was used the methodology IDM (Information Delivery Manual), which is a methodology designed to map processes that occur in construction, the stakeholders and information exchange requirements in specific phases. The information exchange requirements of stages considered critical and that returned quality and productivity gains to the company were presented. It was evaluated that the use of IDM methodology can bring significant gains in the production process of reinforced concrete structures design through the continuous improvement of processes and better use of information.

Keywords: Building Information Modeling. Information Delivery Manual. Workflow.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fases do empreendimento e capacidade de influenciar os custos.....	17
Figura 2 - Investimento e tempo de projeto relacionado ao custo mensal do empreendimento.	17
Figura 3 - Participantes em um empreendimento da construção civil.	18
Figura 4 - Processo de projeto de edificações.	20
Figura 5 - Processo de projeto de edificações.	20
Figura 6 - Comparativo entre o processo tradicional de o processo BIM.	23
Figura 7 - Padrões da BuildingSMART.	25
Figura 8 - Tradutores diretos e padrão aberto de interoperabilidade.	26
Figura 9 - Exemplo de conceito do IFD.	27
Figura 10 - Pesquisa do termo “concrete” no bSDD.....	28
Figura 11 - Diferenciação entre IDM e IFC.....	30
Figura 12 - Componentes do IDM.	31
Figura 13 - Estrutura organizacional.	36
Figura 14 - Ferramentas utilizadas.....	38
Figura 15 - Fluxo – Anteprojeto.	41
Figura 16 - Fluxo – Pré-executivo.	44
Figura 17 - Fluxo – Executivo.....	47
Figura 18 - Modelo estrutural em IFC.....	52
Figura 19 - Informações referentes às vigas.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Requisitos de informação etapas AP2 e AP6.....	50
Tabela 2 - Requisitos de informação etapas AP8 e PE10.....	51
Tabela 3 - Requisitos de informação para etapa PE2.....	53
Tabela 4 - Requisitos de informação etapa EX 14.	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 PROJETO	16
2.1.1 Envolvidos no Processo de Projeto	18
2.1.2 Etapas do Projeto	19
2.2 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	21
2.3 INTEROPERABILIDADE	24
2.3.1 IFC (Industry Foundation Classes)	25
2.3.2 IFD	27
2.3.3 IDM	29
3 MÉTODO	33
4 ESTUDO DE CASO.....	35
4.1 A EMPRESA.....	35
4.2 FERRAMENTAS UTILIZADAS	37
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	40
5.1 FLUXOS DE TRABALHO	40
5.2 REQUISITOS DE INFORMAÇÃO.....	49
6 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

O conceito de moradia ao longo dos anos tem evoluído e o mercado imobiliário vem se adaptando de maneira a atender às novas demandas. Para se adaptar a este cenário, o processo de concepção de um edifício demanda cada vez mais o envolvimento de especialistas nas mais diversas áreas. Segundo a CBIC (2018) estas mudanças estarão ainda mais presentes em nossa sociedade nos próximos anos impulsionadas por mudanças na forma de consumo e na cultura de posse do imóvel, bem como pela busca de produtos e serviços mais sustentáveis. O maior número de especialistas envolvidos nas tomadas de decisão para concepção de um produto adequado às expectativas de mercado demanda cada vez mais uma capacidade de gestão da informação.

Isto já vem sendo observado nos fluxos de desenvolvimento de projeto. No passado, para o desenvolvimento do projeto estrutural, recebia-se um projeto arquitetônico e premissas da construtora. No cenário atual é comum, desde fases iniciais, premissas a serem seguidas de construtoras, incorporadoras, projetos arquitetônicos, hidráulicos, elétricos, gás, incêndio, paisagismo, interiores, etc.

SUCCAR (2009) apud CBIC (2016b) define o BIM como um conjunto de políticas, processos e tecnologias que nos permitem criar uma metodologia que possibilita a modelagem, armazenamento, troca e fácil acesso às informações de uma edificação que se pretende construir ou manter.

Eastman et al. (2014) conceituam BIM como o conjunto de tecnologias de modelagem e processos associados que tem como objetivo a produção, comunicação e análise dos modelos de construção.

Com o crescimento no número de envolvidos e na quantidade de informação que se tem observado ao longo do desenvolvimento de uma edificação, faz-se necessário uma comunicação que permita a troca de informações de maneira adequada. Nesse sentido é fundamental que exista uma padronização de dados (IFC), processos (IDM) e terminologias (IFD). (BuildingSMART, 2010)

A partir de um estudo de caso em um escritório de projetos estruturais na cidade de Curitiba, o presente trabalho terá como objetivo mapear os processos e determinar os requisitos para o desenvolvimento de projetos utilizando a metodologia IDM.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Durante o processo de produção de uma edificação, as fases de planejamento e projeto têm uma capacidade elevada de impactar no resultado final do empreendimento. (MELHADO, 1994).

Buscando a melhora no processo de produção de uma edificação, o BIM é visto como ferramenta fundamental e, para utilização de seu potencial, é necessário que a comunicação entre os envolvidos seja efetiva.

Neste sentido, o problema do presente trabalho é: como é o processo de produção de projeto estrutural de edificações em concreto armado utilizando o BIM e quais os requisitos de informação, segundo a metodologia IDM?

1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo mapear os processos de projetos de estruturas de concreto armado para edificações utilizando BIM e identificar os requisitos de informação dos profissionais envolvidos, por meio da metodologia IDM.

Como objetivo específico, pretende-se propor um processo de produção de projetos estruturais em concreto armado em BIM adequado às ferramentas disponíveis na empresa que será utilizada como estudo de caso.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo a CBIC (2016a), em seu relatório sobre a produtividade da construção civil brasileira no período de 2007 a 2012, as empresas da construção civil apresentaram um declínio médio de 0,4% ao ano na produtividade. Ainda de acordo com o relatório, o cenário de redução da atividade do setor torna ainda mais importante os avanços na produtividade, com destaque ao planejamento e gestão efetiva dos processos produtivos, o emprego de novas tecnologias e a qualificação dos trabalhadores.

Conforme visto anteriormente, melhorias implementadas em etapas iniciais impactam diretamente nas demais atividades da cadeia produtiva e a utilização de novas tecnologias pode auxiliar na melhora de produtividade na etapa de projeto. O

BIM vem se mostrando como importante ferramenta tecnológica, mas ainda encontra algumas barreiras para utilização de todo seu potencial.

Segundo Andrade e Ruschel (2009), o desenvolvimento de projetos contempla muitas fases e uma grande quantidade de envolvidos. Ao longo desse processo as dificuldades na troca de informação, devido à baixa interoperabilidade, acabam sendo fatores limitantes para o uso do BIM no processo.

Para a BuildingSMART (2010), a metodologia IDM proporciona uma descrição de fácil entendimento dos processos construtivos e os requisitos de informação necessários ao bom andamento das atividades.

Portanto, o mapeamento dos processos e definição de requisitos de informação podem aumentar a interoperabilidade no uso do BIM, melhorando assim a produtividade e qualidade no desenvolvimento de projetos.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho irá tratar do mapeamento dos processos de produção de projetos estruturais em concreto armado de edificações em BIM. Este mapeamento será realizado para o estudo de caso específico, empresa de projetos estruturais, com equipe técnica de 20 funcionários, na cidade de Curitiba, Paraná.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados os principais conceitos necessários ao desenvolvimento deste trabalho: projeto, Building Information Modeling (BIM) e interoperabilidade.

2.1 PROJETO

Dentro das atividades que compõem a cadeia da construção civil, a atividade de projeto costuma estar presente desde fases preliminares até a entrega de um empreendimento, tendo capacidade de impactar diretamente em todo o fluxo.

Segundo a NBR 5674 (ABNT, 1999), projeto é a “descrição gráfica e escrita das características de um serviço ou obra de Engenharia ou de Arquitetura, definindo seus atributos técnicos, econômicos, financeiros e legais”.

Para Melhado (1994), a conceituação de projeto entre diversos autores é descrita tanto com enfoque no sentido criativo quanto em sentidos mais tangíveis voltados a resultados, delineando propósitos. Ainda para o autor, quando se trata de projetos de edifícios, o projeto deve ser encarado como a descrição do processo da atividade de construir.

Melhado (1994) afirma que muitas empresas veem o projeto com um custo adicional para atender às exigências legais, resultando em tempos de projeto reduzidos se comparados aos tempos de execução.

Bertezini (2006) apud Antunes (2014) cita que o papel do projeto é estratégico no sucesso do empreendimento devido ao seu potencial de impacto nas demais fases de desenvolvimento.

Em pesquisas do Construction Industry Institute (CII, 1987) apud Antunes (2014), a capacidade de influenciar nos custos totais do empreendimento é maior em etapas iniciais, como estudo de viabilidade e projeto, do que em etapas mais avançadas, como a execução e o uso de uma edificação (Figura 1).

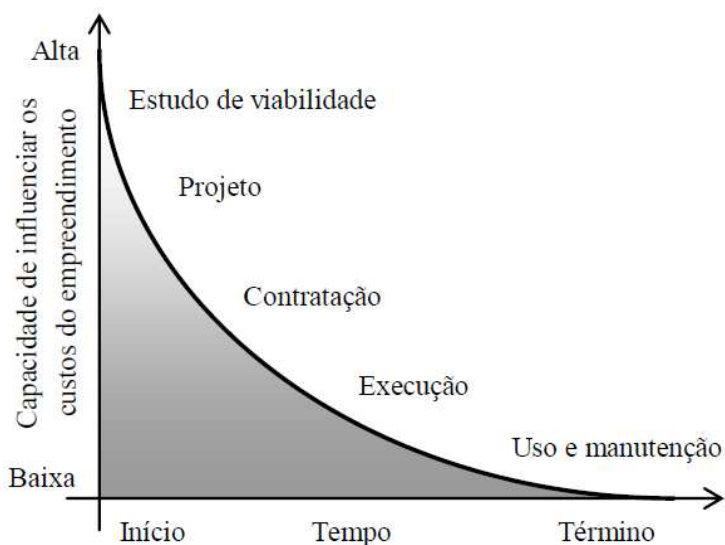


Figura 1 - Fases do empreendimento e capacidade de influenciar os custos.
Fonte: CII (1987 apud Antunes)

Para Melhado (1994) pode-se concluir que um investimento financeiro maior nas fases de concepção e projeto, juntamente com um maior prazo de desenvolvimento, acabam por gerar uma economia no custo total do empreendimento conforme pode-se observar na figura 2.

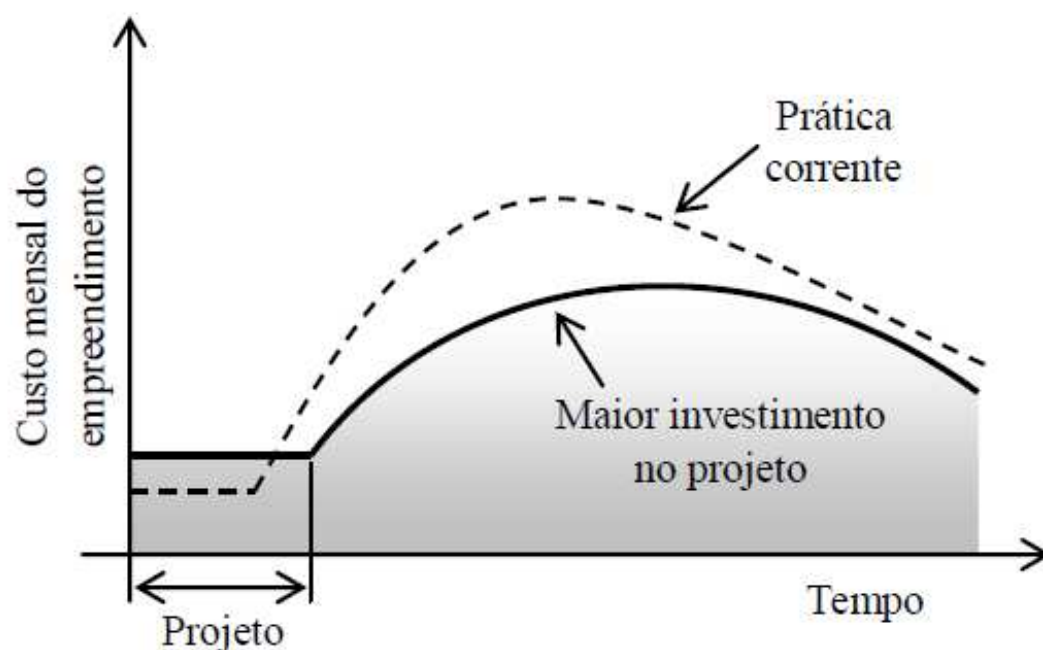


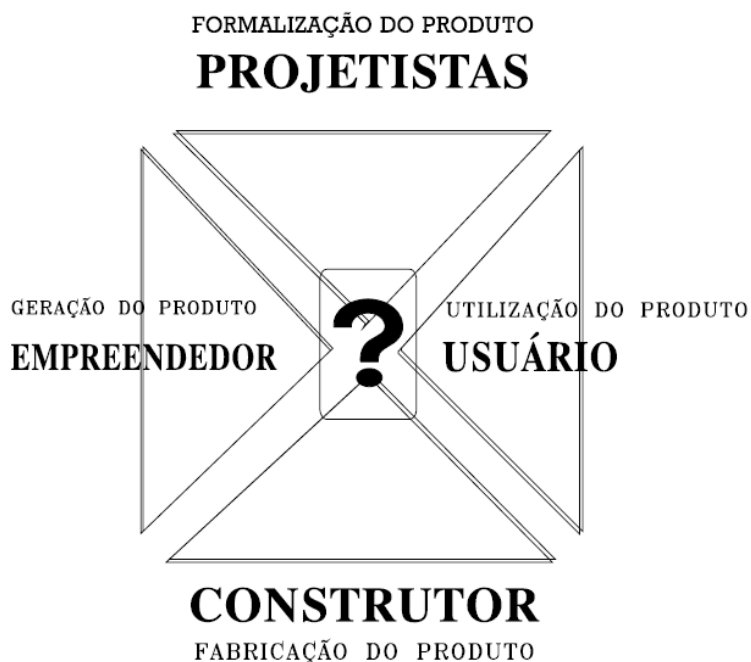
Figura 2 - Investimento e tempo de projeto relacionado ao custo mensal do empreendimento.
Fonte: Melhado (1994)

2.1.1 Envolvidos no Processo de Projeto

Conforme comentado anteriormente, é crescente o número de envolvidos nas etapas de conceituação de uma edificação face às novas demandas de mercado.

Para Melhado (1994), os envolvidos podem ser divididos em quatro categorias: o empreendedor, o projetista, o construtor e o usuário. Destaca-se que é natural a existência de interesses próprios em cada etapa, mas o interesse em comum de cada envolvido é o sucesso do empreendimento.

A figura 3 mostra de forma esquemática o relacionamento dos envolvidos em torno do produto.



**Figura 3 - Participantes em um empreendimento da construção civil.
Fonte: Melhado (1994)**

A interação entres os envolvidos acontece em torno do produto. O projetista tem a responsabilidade de atender às necessidades, premissas e demandas dos demais envolvidos: usuários, empreendedor e construtora.

Conforme citado anteriormente, cada um dos envolvidos possuem seus interesses próprios que devem ser balanceados em um objetivo comum que é o sucesso do empreendimento.

O usuário espera ter suas necessidades de conforto, bem-estar, segurança e funcionalidades atendidas a custos baixos de manutenção e operação. O empreendedor espera que o produto tenha aceitação no mercado e que seja capaz de retornar seus investimentos. O construtor necessita de clareza nas informações e que a forma de execução do produto esteja adequadamente descrita, a fim de evitar dúvidas ou correções durante a execução.

2.1.2 Etapas do Projeto

Na atualidade existe um crescente número de empresas engajadas em programas de qualidade, porém ainda com dificuldades em trazer os conceitos para as atividades diárias da empresa. No processo de projeto de edificações, observa-se uma crescente complexidade tecnológica que, aliada ao aumento do significativo de intervenientes, tem gerado fluxos de informações cada vez mais complexos. (ROMANO,2006).

Para autora se faz necessária a transformação do processo tradicional em um processo mais colaborativo. Essa sistemática deve conter os procedimentos que auxiliem a empresa em seu controle e planejamento incluindo, entre outras informações, a definição das etapas do processo de elaboração do projeto para as especialidades envolvidas.

Romano (2006) afirma que o processo de projeto deve permear todo o processo construtivo de uma edificação e propôs três fases principais conforme figura 4: pré-projeção, projeção e pós-projeção.

A fase de pré-projeto consiste nas fases de planejamento do empreendimento com definições de produtos e resultados esperados.

A etapa de projeto envolve a elaboração dos projetos específicos (arquitetônico, estrutural, instalações prediais, entre outros), que são decompostos em cinco fases: projeto conceitual, projeto preliminar, projeto legal e projetos para produção.

O pós-projeto leva em conta o acompanhamento da construção da edificação análise pós ocupação e espera-se como resultado a retroalimentação dos projetos a partir das informações obtidas. Cada uma das fases deve gerar documentos de entrega com informações necessárias na etapa atual, conforme figura 5.

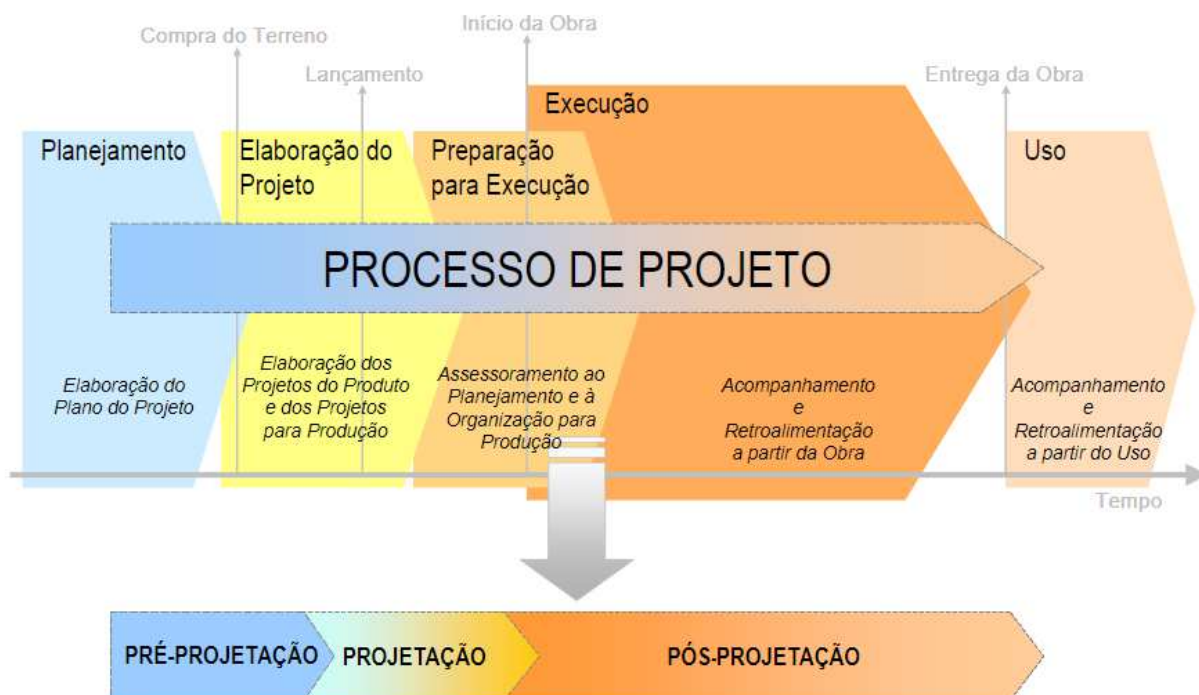


Figura 4 - Processo de projeto de edificações.
Fonte: Romano (2006)

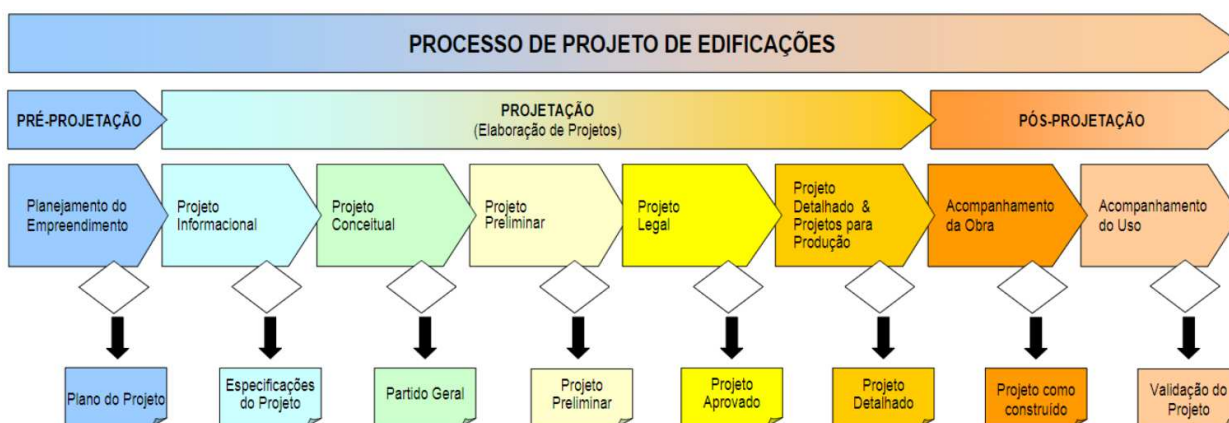


Figura 5 - Processo de projeto de edificações.
Fonte: Romano (2006)

Segundo a NBR 13531 (ABNT, 1995), as etapas das atividades técnicas de projeto de edificações são partes sucessivas em que o processo pode ser dividido em:

- I. Levantamento;
- II. Programa de necessidades;
- III. Estudo de viabilidade;

- IV. Estudo Preliminar;
- V. Anteprojeto e/ou pré-execução;
- VI. Projeto legal;
- VII. Projeto básico;
- VIII. Projeto para execução.

2.2 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

O Building Information Modeling (BIM) ou a modelagem da informação da construção é conceituada por Eastman et al. (2014) como um modelo digital que representa um produto, que por sua vez, seria o resultado do fluxo de informações do desenvolvimento do seu projeto.

A CBIC (2016b), em seu guia de implementação do BIM para construtoras, a define como sendo um “conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação e ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais, através de todo seu ciclo de vida”.

Eastman et al. (2014) afirmam que as tecnologias que permitam a criação de modelos de edificações baseados em objetos paramétricos podem ser consideradas como ferramentas BIM. Outra definição dos autores conceitua BIM como uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos que visam à produção, comunicação e análise dos modelos de construção.

De acordo com a National Building Information Modeling Standard (NBINMS, 2007) apud Antunes (2014), pode ser entendido em três níveis: como produto, como ferramenta e como processo.

Pode-se destacar os principais benefícios do uso do BIM, citados por Eastman et al. (2014), como:

- I. Aumento do desempenho e qualidade da edificação;
- II. Aumento da colaboração entre os envolvidos;
- III. Antecipação de possíveis conflitos do projeto;
- IV. Geração de documentação 2D precisos e consistentes em qualquer fase de projeto;
- V. Colaboração desde fases iniciais entre os envolvidos;

VI. Vinculações do modelo com os cronogramas físico-financeiro dos empreendimentos para extração de estimativas ao longo do curso do projeto.

VII. Uso do modelo para auxílio na pré-fabricação;

VIII. Melhor operação e manutenção das edificações.

Eastman et al. (2014) afirmam ainda que com a adoção de tecnologias BIM, espera-se que se tenha uma maior disponibilidade de tempo e esforços em questões mais importantes, como as conceituais, antecipando assim potenciais erros e conflitos.

A CBIC (2016b) aponta em seu manual como principais benefícios e funcionalidades da tecnologia BIM, adaptados ao cenário brasileiro:

- I. Visualização em 3D do que está sendo projetado;
- II. Ensaio virtual da obra;
- III. Extração automática das quantidades de um projeto;
- IV. Realização de simulações e ensaios virtuais;
- V. Identificação automática de interferências;
- VI. Geração de documentos mais consistentes e mais íntegros;
- VII. Capacitação das empresas para executarem construções mais complexas;
- VIII. Viabilização e a intensificação do uso da industrialização;
- IX. Complemento do uso de outras tecnologias (laser scanning);
- X. Análises de construtibilidade;
- XI. Desenvolvimento de maquetes eletrônicas;
- XII. Registro e o controle visual de diferentes versões dos modelos;
- XIII. Verificação das condições de acesso para manutenção;
- XIV. Coordenação e controle de contratos;
- XV. Rastreamento e controle de componentes;

Ainda para CBIC (2016b), a utilização do BIM acelera os processos de decisões, não apenas relacionadas aos detalhes construtivos e especificações, mas também sobre os métodos construtivos. Embora seja valioso para o processo essa capacidade de tomada de decisão, nem sempre ela é possível, dada a realidade de muitas empresas brasileiras em que o conhecimento técnico não está difundido nos processos das empresas, mas sim nas memórias de gerentes técnicos responsáveis

pela produção propriamente dita. São, em geral, profissionais com diversas atividades e difíceis de envolver nas fases de discussão de projetos e especificações, que podem exigir um tempo razoável.

No entanto, a capacidade de impactar nos custos e características de um produto diminui conforme evolui o seu ciclo de desenvolvimento, como pode se observar na curva 1 da figura 6. Essa capacidade de impactar os custos ao longo de todo o desenvolvimento do processo reforça a necessidade de trazer para as discussões iniciais profissionais com capacidade de tomada de decisões.

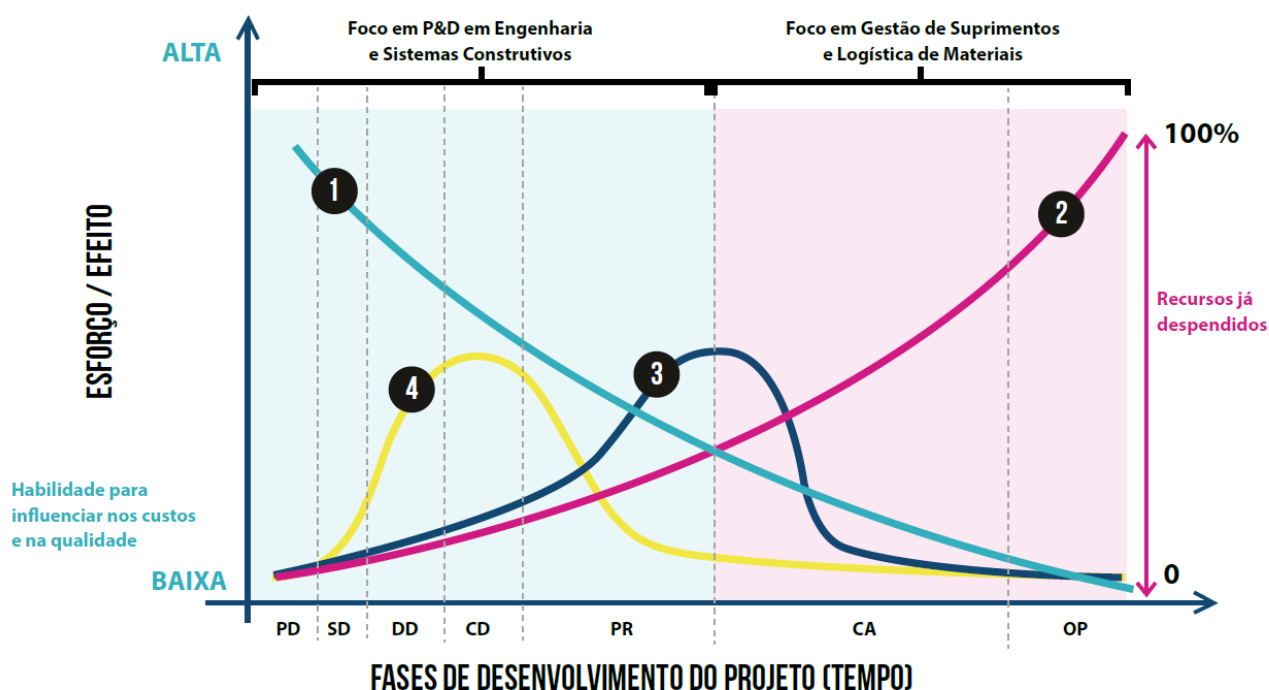


Figura 6 - Comparativo entre o processo tradicional de o processo BIM.
Fonte: CBIC (2016b)

Além disso, quanto mais adiantado o estágio de desenvolvimento de um empreendimento, mais altos serão os custos das eventuais alterações de projetos e especificações, conforme pode-se observar na curva 2.

Observa-se nas curvas 3 e 4 da figura o que foi apontado por Eastman et al. (2014). A curva 3 representa os recursos dispensados em um fluxo tradicional que apresenta seu ápice nas fases de contratação e construção. Já a curva 4 representa os recursos utilizados no processo BIM com maiores esforços nas etapas iniciais de

projeto. Esse maior esforço em fases iniciais pode representar uma maior capacidade de impactar nos custos e desempenhos finais das edificações.

2.3 INTEROPERABILIDADE

Ao longo do desenvolvimento de um empreendimento, diversos envolvidos atuam na concepção e produção desse produto. Como estes profissionais atuam nas mais diversas áreas, acabam por utilizar softwares de famílias distintas, que não necessariamente possuem a mesma linguagem de escrita e, devido à elevada quantidade de trocas informações no processo, percebe-se a necessidade de existir uma base comum, capaz de carregar estas informações entre as diversas plataformas, sem a necessidade de remodelagem destes dados por cada profissional (EASTMAN, 2014).

Para O'Brien e Marakas (2010), a interoperabilidade é a capacidade que dois ou mais sistemas possuem de trocar informações e utilizar as informações que foram trocadas. Eastman et al. (2014) afirmam que esta habilidade, no mínimo, elimina a necessidade de entradas manuais de dados presentes em outros softwares reduzindo assim a possibilidade de erros na introdução desses dados.

Tradicionalmente a interoperabilidade tem se baseado em formatos de troca limitados à geometria, como o DXF (drawing Exchange format). Devido à necessidade de uma troca maior de informações, além das geométricas, surgiu o IFC (Industry Foundation Classes), que juntamente com o IDM (Information Delivery Manual) e o IFD (International Framework for Dictionaries) fundamentam os conceitos de interoperabilidade recentes (EASTMAN, 2014).

BuildingSMART (2010) entende que as modelagens devem ser baseadas em padrões de terminologias (IFD), padrões de trocas de dados (IFC) e mapeamento de processos (IDM), conforme ilustrado na figura 7.

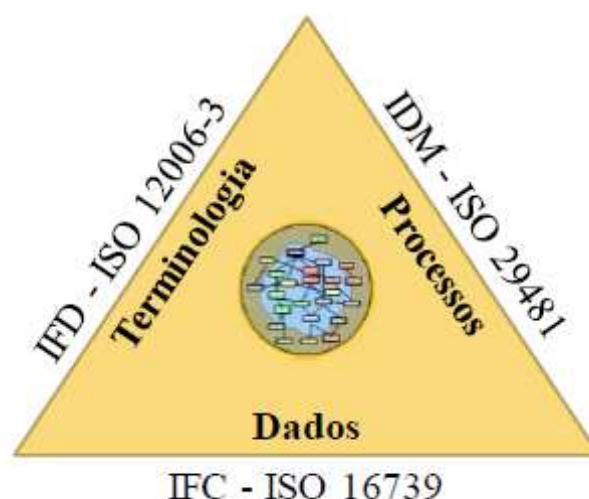


Figura 7 - Padrões da BuildingSMART.
Fonte: BuildingSMART (2010)

Eastman et al. (2014) ressaltam que, com as práticas de intercâmbio de informações evoluindo, tornam-se ainda mais importantes melhorias nos fluxos de trabalho para o uso dessas informações na melhoria do produto e da produtividade.

2.3.1 IFC (Industry Foundation Classes)

Cada disciplina envolvida no projeto e execução de um empreendimento é responsável pela produção de uma quantidade considerável de dados de interesse aos demais envolvidos ao longo das diversas fases do ciclo de vida da edificação. O IFC é um padrão aberto de dados, que tem como objetivo facilitar e permitir a integridade nesta troca de informações.

Para CBIC (2016b), o IFC é um formato aberto, orientado a objetos 3D, público, neutro e padronizado que possui o objetivo de cobrir os aspectos do projeto, contratação, fabricação, construção, montagem, operação e manutenção na indústria da construção civil.

Segundo Eastman et al. (2014) existem basicamente quatro diferentes formas de trocas de dados entre dois softwares:

- I. Ligação direta: ligação direta entre dois aplicativos, utilizando-se um formato binário de interface (Exemplos: GDL, MDL)

- II. Formato de arquivo de troca proprietário: são formatos desenvolvidos por organizações comerciais para estabelecerem interface entre aplicativos diferentes (Exemplos: DXF, 3DS)
- III. Formatos de trocas de domínio público: são formatos de arquivos para trocas que envolvem um padrão aberto de modelo de construção (Exemplos: IFC, CIS/2).
- IV. Formatos baseados em XML: são extensões do formato HTML, que é a língua base da Web. Permitem a criação de esquemas definidos pelo usuário (exemplos: XML, gbXML).

Para Eastman et al. (2014) o formato aberto por meio do IFC é o principal instrumento pelo qual é possível estabelecer a interoperabilidade dos aplicativos de software da indústria da construção civil.

Na inexistência de um padrão aberto, cada software deve contar com tradutores diretos para os quais se deseja comunicar. Esse modelo de tradutores diretos normalmente é proprietário, e influenciado por objetivos comerciais. Segundo Bloor e Owen (1995) apud Antunes (2014), é comum problemas ocasionados devido a versões de softwares, acesso futuro aos dados. Os autores ainda comparam a necessidade de uma quantidade elevada de tradutores diretos em relação a uma troca em padrão aberto, conforme pode-se ver na figura 8.

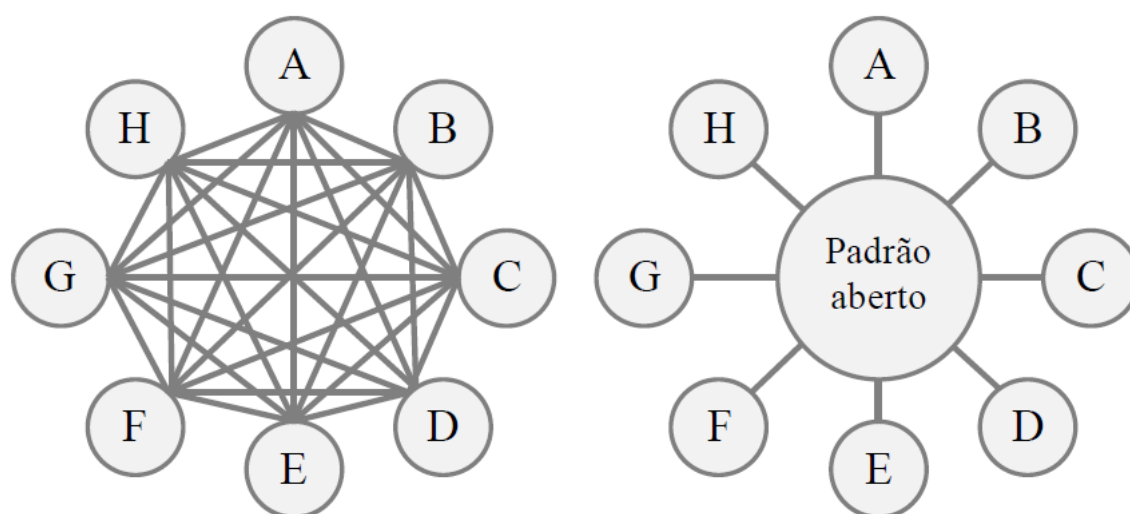


Figura 8 - Tradutores diretos e padrão aberto de interoperabilidade.
Fonte: Bloor e Owen (1995) apud Antunes (2014).

De acordo com KIVINIEMI et al. (2008) apud Andrade e Ruschel (2009) o principal protocolo usado hoje é o IFC, porém se observa na prática que o uso do IFC atende requisitos para certas tarefas, deixando que algumas outras não sejam suportadas pelo formato. Um dos maiores obstáculos para o uso do IFC é a perda de robustez na interface entre os aplicativos.

2.3.2 IFD

Diversas organizações envolvidas no desenvolvimento de padrões para a indústria da construção chegaram à conclusão de que era necessária uma terminologia global padronizada. Diversas iniciativas neste sentido se uniram e formaram a International Framework for Dictionaries Library reconhecida pela BuildingSMART.

O IFD Library pode ser entendido como um dicionário que mapeia, além de da tradução de palavras, os conceitos relacionados às atividades da indústria da construção.

Um exemplo citado por Bjorkaug e Bell (2007) apud Antunes (2014) pode ser observado na figura 9. Enquanto no Reino Unido a palavra porta diz respeito apenas a à parte móvel dela, na Noruega a palavra diz respeito a todo o conjunto necessário para que ela seja instalada.

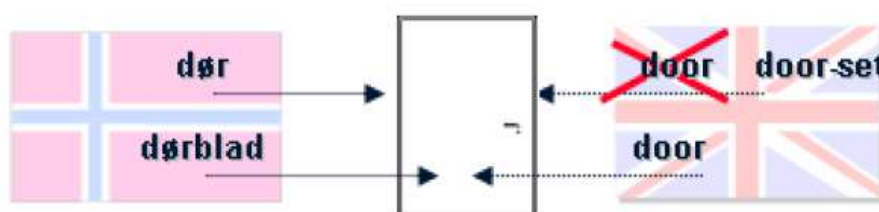


Figura 9 - Exemplo de conceito do IFD.
Fonte: Bjorkaug e Bell (2007) apud Antunes (2014).

Um esforço mais recente da BuildingSMART no sentido da padronização da terminologia é a Data Dictionary be(bSDD). A bSDD é uma biblioteca compartilhada de objetos (e seus atributos) para indústria da construção civil, utilizando a ontologia presente na ISSO 12006-3. Esta biblioteca é aberta e permite que arquitetos, engenheiros, construtores, fabricantes de produtos compartilhem e troquem

informações sobre estes objetos, simplificando assim o mapeamento das informações entre diferentes usuários e aplicativos. Conforme pode se observar na figura 10, é possível fazer a pesquisa por termos e produtos com informações sobre terminologia em diferentes países, criando conexões entre produtos que são compostos pelo termo e/ou subprodutos que contém no produto pesquisado.

The screenshot shows the 'buildingSMART Data Dictionary' search interface. The search term 'concrete' is entered in the search box. The results are organized into several panels:

- Search Results:** A list of search results including 'compatibility with concrete according to EN 14498', 'concrete', 'Concrete', 'v. concrete', and 'compatibility with concrete according to EN 14498'.
- Classification:** A central panel titled 'classification' showing the term 'concrete | EV000079' with flags for Norway, Germany, and Brazil, and their respective codes: 'betong | EV000079', 'Beton | EV000079', and 'Beton | EV000079'.
- has parts:** A panel listing related terms: 'Cementitious Grouting (OmniClass 2013)', 'Concrete Topping (OmniClass 2013)', 'Commissioning of Concrete (OmniClass 2013)', and 'Concrete Boring (OmniClass 2013)'.
- is part of:** A panel listing related terms: 'Material flooring (ETIM 7)', 'Material of connection (ETIM 7)', 'Material housing (ETIM 7)', 'Top layer material (ETIM 7)', and 'Pit material'.

Figura 10 - Pesquisa do termo “concrete” no bSDD.
Fonte: BuildingSMART (2019).

2.3.3 IDM

Antunes (2014) descreve o IDM como uma metodologia destinada a mapear os processos, os envolvidos e os requisitos de informação das atividades da indústria da construção. A metodologia destina-se também a identificar quais partes do modelo IFC são responsáveis por atender a estes requisitos.

Para BuildingSMART (2010), o IFC propõe a modelagem de todas as informações necessárias ao longo de todo o ciclo de vida de uma edificação. Devido à grande quantidade de envolvidos em cada etapa de desenvolvimento, é comum que apenas parte destas informações sejam necessárias em algumas fases do projeto, podendo apenas algumas partes do IFC serem compartilhadas.

Neste sentido o IDM tem como objetivo integrar a necessidade dessas informações em cada etapa do processo. Ele identifica quais as informações necessárias e quais os resultados esperados dentro das atividades de um determinado processo.

Segundo a BuildingSMART (2010), o IDM deve especificar:

- I. Onde o processo se encaixa;
- II. Por que ele é relevante;
- III. Quem são os envolvidos, produzindo e utilizando as informações;
- IV. Quais são as informações criadas e utilizadas;
- V. Como estas informações devem estar modeladas.

Conforme observa-se na figura 11, enquanto o IFC tem como objetivo descrever a totalidade das informações em todas as fases do projeto, o IDM destina-se a modelar informações específicas para determinadas fases de projeto.

A BuildingSMART (2010) afirma que o IDM faz com que o IFC se aproxime dos processos construtivos definindo usos específicos para as informações, acelerando assim o uso do BIM pelo mercado. Ainda para BuildingSMART (2010) os principais benefícios do são:

- I. Para usuários BIM: facilita o entendimento dos processos construtivos, dos requisitos necessários para o desenvolvimento dos processos e dos resultados esperados.

- II. Para desenvolvedores de softwares: o IDM identifica e descreve partes das informações que são funcionais em cada etapa do processo e precisam ser suportadas pelo IFC.

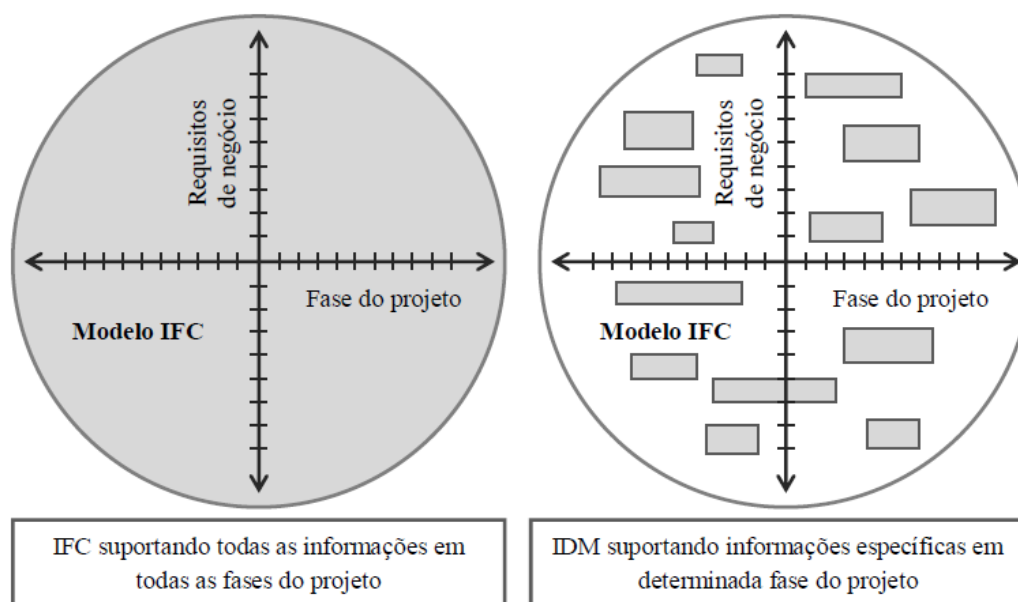


Figura 11 - Diferenciação entre IDM e IFC.
Fonte: BuildingSMART (2010) apud Antunes (2014).

Para Eastman et al. (2014), o objetivo do IDM é definir os aspectos referentes às trocas de informações que ocorrem ao longo do processo, buscando melhorar a interoperabilidade. Os autores dão ênfase a casos de uso, ou seja, identificam um conjunto de informações que precisam ser compartilhadas, que normalmente fazem parte de um processo mais amplo. O conjunto destes casos de uso constituem uma rede de colaboração entre as disciplinas, que pode ser entendido como o mapa de processo.

Após o desenvolvimento do mapa de processos, identificam-se os requisitos necessários de troca de informação. Estes requisitos são compostos por objetos de troca, definições encapsuladas dos objetos de informação que precisam ser compartilhadas.

A BuildingSMART (2010) define que a o processo de desenvolvimento do IDM engloba a criação de todos os seus componentes conforme a figura 12:



Figura 12 - Componentes do IDM.
Fonte: BuildingSMART (2010).

O mapa de processos descreve o fluxo de atividades dentro de um determinado tópico, buscando entender como o trabalho é realizado, quem são os envolvidos e quais as informações são necessárias.

Os requisitos de troca são o conjunto de informações que necessitam ser compartilhados para dar suporte à uma determinada etapa do projeto. Este conjunto de informações representa a conexão entre diversos processos distintos.

A parte funcional é a unidade de informação utilizada pelos desenvolvedores para dar suporte aos requisitos de troca. Ela tem foco nas ações individuais que ocorrem durante o processo e corresponde a como a informação vai ser compartilhada.

As regras do negócio descrevem as operações, definições e restrições que podem ser aplicadas a um conjunto de dados usado em um determinado processo.

Tradicionalmente existem três metodologias para o desenvolvimento do IDM:

- I. Descobrimto de processos e mineração de dados;
- II. Localização das regras de negócio;
- III. Engenharia reversa.

Para BuildingSMART (2010), a metodologia de descobrimto de processos e mineração de dados é a tradicionalmente utilizada e leva em conta que não existe uma presença inicial de software ou de outros requisitos de troca. A sequência da metodologia é a mostrada anteriormente na figura 11 e pode ser subdividida nas seguintes etapas:

- I. Descobrimto do processo: envolve o trabalho direto com especialistas, determinando o processo de negócio dentro do escopo que se pretende atender. Nesta fase são identificados os requisitos de troca.

- II. Mineração de dados: localização dos requisitos de troca no mapa de processos.
- III. Criação dos requisitos de troca: identificar os requisitos de troca e criar a seção da visão global. Determinar as partes funcionais que satisfazem a necessidade dos requisitos levantados.
- IV. Definição das regras de negócio: deve ser definido o conjunto de regras que pode ser aplicado ao modelo de requisitos de troca.

3 MÉTODO

Este trabalho foi desenvolvido através da estratégia de estudo de caso que será detalhado abaixo.

Para Robson (2016), o estudo de caso é um dos diversos tipos de estratégia flexível e envolve o desenvolvimento de conhecimento específico e detalhado sobre um único caso ou sobre um pequeno número de casos.

O estudo de caso é indicado para pesquisas de acontecimentos contemporâneos em que se tem por objetivo a identificação de “como” e “por que” ocorrem.

Recordando o problema de pesquisa apresentado anteriormente: como é o processo de produção de projeto estrutural de edificações em concreto armado utilizando o BIM e quais os requisitos de informação, segundo a metodologia IDM?

Pode-se notar que a metodologia de estudo de caso é a mais adequada ao problema de pesquisa exposto.

A pesquisa teve início com a etapa de revisão bibliográfica, que levantou os principais tópicos relacionados à tecnologia BIM, com foco na metodologia IDM, para descrição dos processos e levantamento de requisitos.

Em paralelo à etapa anterior, foi realizado o contato com a empresa em que o estudo de caso foi desenvolvido. A empresa atua há mais de 30 anos com projetos de estruturas em concreto armado e pretendido de edificações e obras de infraestrutura (saneamento) e tem atuação em todo o território nacional. Possui setorizadas as duas áreas de atuação descritas anteriormente: Saneamento e Edificações.

Este trabalho tem como principal referência a dissertação desenvolvida por Antunes (2014), na qual o autor se propôs descrever o fluxo de trabalho e os requisitos de informação para a área de saneamento da mesma empresa.

Ao longo do tempo, ocorreu a coleta de dados através de análise de documentos, entrevistas e observações com os profissionais envolvidos em todas as etapas de produção do produto desenvolvido pela empresa.

Na sequência, os dados do estudo de caso foram analisados com o objetivo de responder o problema de pesquisa levantado. Foram desenvolvidos os mapas de processo das atividades da empresa relacionadas a edificações e levantados os requisitos de informação conforme proposto por Eastman et al. (2014).

Em seguida foi realizada a conclusão do trabalho e apontados pontos de possíveis melhorias nos processos da empresa em que o estudo de caso foi realizado.

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho três questões, já levantadas anteriormente por Antunes (2014), buscaram ser respondidas para o setor de projetos de edificação da empresa estudo de caso:

- I. Como é o processo de projeto de estruturas de concreto armado para obras de edificações através de sistemas BIM?
- II. Quais são os requisitos de informação no processo de projeto de estruturas de concreto armado para obras de edificações através de sistemas BIM?
- III. Que melhorias podem ser feitas no processo de projetos de estruturas em concreto armado?

4 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será apresentada a empresa que foi utilizada como estudo de caso e descritos os processos internos.

4.1 A EMPRESA

A empresa estudada na presente pesquisa atua há mais de 30 anos com projetos estruturais em concreto armado e protendido e está sediada na cidade de Curitiba, no estado do Paraná. A empresa se organiza basicamente em dois setores principais referentes às tipologias de projeto mais recorrentes: saneamento e obras de edificações.

São desenvolvidos pela empresa projetos estruturais das seguintes tipologias:

I. SANEAMENTO:

- a. Estações de tratamento de água;
- b. Estações de tratamento de esgoto;
- c. Tanques, reservatórios, entre outros.

II. EDIFICAÇÕES:

- a. Edifícios residenciais;
- b. Edifícios comerciais;
- c. Edifícios corporativos;
- d. Residências;
- e. Shoppings;
- f. Indústrias.

Atualmente, a empresa conta com 20 colaboradores, sendo 12 engenheiros, 7 técnicos em edificações e um auxiliar administrativo dispostos nas áreas acima. Alguns colaboradores acabam servindo a mais de uma das áreas da empresa, conforme pode-se ver na figura 12.

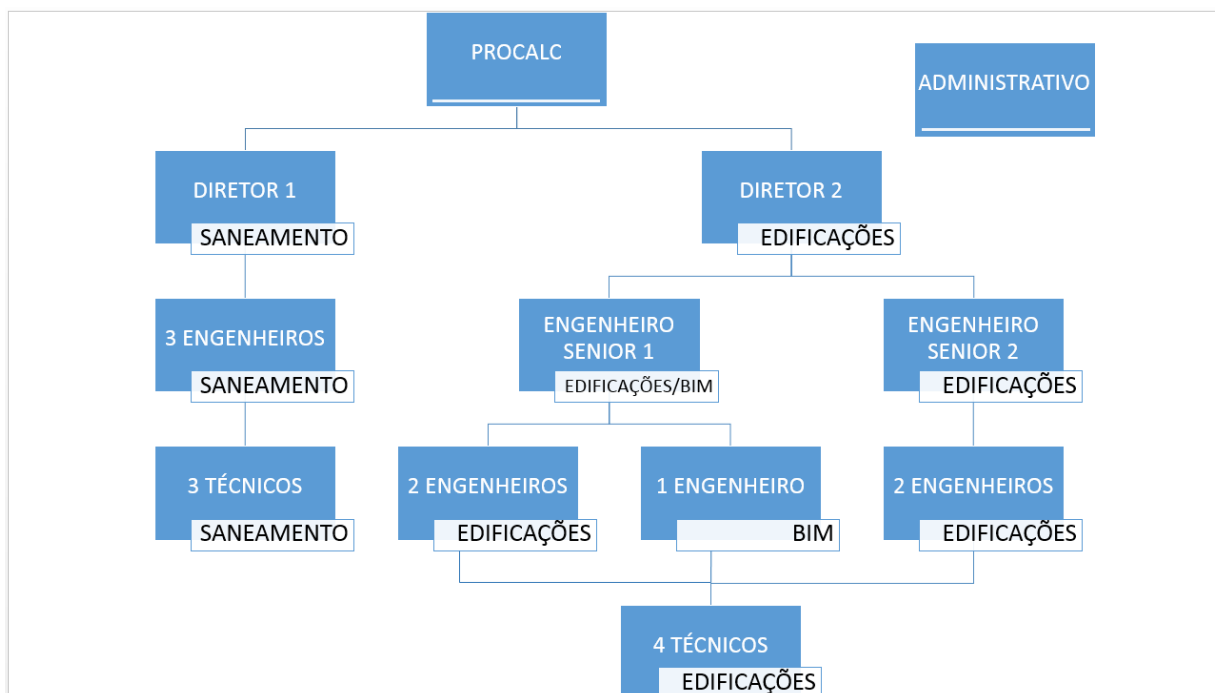


Figura 13 - Estrutura organizacional.
Fonte: o Autor.

A empresa conta com dois sócios-diretores responsáveis por cada uma das áreas. O sócio-diretor 1, responsável pela área de saneamento, além de atividades de produção diária relacionadas à engenharia, ocupa-se de atividades de gestão dos contratos e contatos com clientes. O sócio-diretor 2, que é responsável pelo setor de edificações, realiza algumas atividades de produção, mas em função do volume de contratos a serem geridos, dispõe a maior parte de seu tempo para os assuntos estratégicos da empresa e conta com dois engenheiros seniores para a organização da produção e equipe interna.

Os fluxos de entrada de informação se concentram em grande maioria nos sócios-diretores, com algumas etapas ocorrendo por meio dos engenheiros seniores. O mesmo ocorre com os fluxos de entrega, em que boa parte passa pelos sócios-diretores. Essa é a forma que a empresa entende ser necessária para manter a posição estratégica dos sócios-diretores no contato direto com os clientes e tem garantido parcerias de longa data.

O levantamento das informações de fluxo de projetos e padrões da empresa foi realizada por meio de documentos e procedimentos da empresa, que recentemente foi certificada com a ISO 9001, e dúvidas foram esclarecidas em reuniões presenciais com os sócios-diretores.

4.2 FERRAMENTAS UTILIZADAS

A empresa tem em sua política da qualidade a aplicação de recursos tecnológicos avançados, buscando a melhoria contínua dos processos. E, por este motivo, está sempre avaliando e testando novas ferramentas que auxiliem no desenvolvimento de suas atividades.

A execução do projeto estrutural pode ser separada em duas grandes atividades: dimensionamento e detalhamento. É comum em outros países que estas atividades sejam desenvolvidas por diferentes profissionais, ao contrário da realidade brasileira em que o mesmo profissional desenvolve estas atividades. Em função desta particularidade do mercado brasileiro, a empresa considera que o Software TQS (Versão V22) é o que mais se adapta às atividades de projeto de edificação para dimensionamento e detalhamento de armaduras.

O Software TQS tem suas vantagens referentes à excelente vinculação do modelo analítico e o modelo geométrico, porém ainda trabalha de maneira não satisfatória a importação de informações via IFC de outros softwares. A empresa mantém o software sempre atualizado em sua última versão e está em constante contato com os desenvolvedores da TQS informática para garantir melhorias nos fluxos de trabalho internos.

Ainda para dimensionamento, conforme pode-se ver na figura 13, a empresa utiliza o software Scia Engineer para elementos especiais em que se considera que o resultado analítico do TQS não é adequado.

Para dimensionamento de estruturas protendidas, a empresa trabalha com o Software ADAPT, referência mundial em protensão. O software dá suporte às atividades relacionadas ao dimensionamento com algumas poucas ferramentas de detalhamento. Este detalhamento normalmente é realizado com auxílio de outros softwares.

Para as atividades de detalhamento são utilizados os softwares Allplan, TQS e Autodesk REVIT. O primeiro é utilizado principalmente para obras de saneamento, pois conta com poderosas ferramentas de modelagem, sobretudo para estruturas irregulares. Para estruturas mais regulares, como é o caso de edificações em que temos geometrias bem definidas com poucos elementos inclinados, a empresa tem utilizado o software TQS e o Autodesk REVIT, principalmente pela vinculação direta com o modelo analítico. Para detalhamento e geração de plantas de armaduras é

utilizado o TQS e para detalhamento do projeto de formas o TQS e o REVIT. A vinculação do modelo analítico ao modelo geométrico no REVIT é garantida por um plug-in desenvolvido pela TQS Informática.

Softwares Utilizados



Figura 14 - Ferramentas utilizadas.
Fonte: o Autor.

Atualmente, os projetos em que a empresa é contratada para entrega de modelos IFC tem sua sequência de detalhamento de formas no REVIT. Esta definição foi feita por já existirem elementos que necessitam de modelagem externa ao TQS e, como este modelo já é tratado, se considerou que o detalhamento das formas no REVIT resultaria em melhores resultados. É importante salientar que a produção do projeto de formas no REVIT é paramétrica, capturando parâmetros exportados pelo TQS sem a necessidade de grande trabalho de modelagem.

Atualmente, a empresa está avaliando se a produção de projetos de formas de todos os seus projetos (inclusive os que não exigem entrega de modelo) pode ser realizada com o auxílio do REVIT.

Após a produção dos arquivos de entrega, o envio ao cliente se dá por meio digital, seja via e-mail ou por aplicativos de gestão de arquivos. Esta definição parte do contratante, que disponibiliza acesso a estes aplicativos que possuem controles de revisão, espaços para anotações e trocas entre os envolvidos. Os mais comuns utilizados na empresa são o AutoDoc, o SADP e o construManager. Observa-se na

empresa que o controle dos arquivos junto ao cliente é mais assertivo quando se utiliza os aplicativos de gestão de arquivo do que quando o envio é feito via e-mail.

Para as fases de compatibilização, a empresa faz uso de diversos aplicativos, normalmente definidos com base na plataforma utilizada pela empresa contratante. Os softwares que a empresa vem utilizando para compatibilização em seus projetos são o Solibri Viewer, BIMcollab, Navisworks e o Tekla BIMsight. Todos eles suportam arquivos IFC e permitem a colaboração por meio do BCF (Bim Collaboration Format). Para o desenvolvimento do fluxo interno, a empresa considera que a troca de informações entre os envolvidos é mais dinâmica, utilizando o BIMcollab por ser uma plataforma que funciona em nuvem, sem a necessidade de atualização constante de arquivos.

Para visualização e extração de informações de modelos de outras disciplinas de projeto, a empresa utiliza o Solibri ou o Navisworks, em conjunto com o Revit.

Ainda ao longo do processo de projeto são utilizadas diversas planilhas de apoio tanto técnicos como de gestão, que permitem um controle do andamento das atividades e locação de recursos.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo tem o objetivo de apresentar e analisar os dados coletados durante o desenvolvimento do estudo de caso.

Inicialmente serão apresentados os fluxos de processo utilizados pela empresa para desenvolvimento de suas atividades com a descrição detalhada das atividades em que ocorrem trocas de informação.

Após a descrição das atividades do fluxo da empresa, serão apresentados os requisitos de informação necessários para as trocas de informação de atividades que se consideram prioritárias para o andamento das atividades e melhorias do processo.

Por fim, serão apresentados pontos em que o fluxo de trabalho atual da empresa pode ter ganho de qualidade e produtividade com o auxílio de ferramentas BIM.

5.1 FLUXOS DE TRABALHO

Conforme comentado anteriormente, a empresa obteve recentemente a certificação ISO 9001 de gestão da qualidade, o que contribuiu para o levantamento do fluxo atual da empresa definido em seus procedimentos. As dúvidas foram retiradas em reuniões presenciais e, pelo fato do autor deste trabalho ser membro da equipe interna da empresa, os esclarecimentos eram feitos ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Para a atividade de desenvolvimento dos projetos estruturais de edificações em concreto, a empresa tem definida três grandes etapas: Anteprojeto (AP), Pré-executivo (PE) e Executivo (EX).

A empresa entende que, para o perfil de atividade, as separações apresentadas pela NBR 15531 acabam sobrepondo atividades e não eram necessárias ao andamento das atividades internas da empresa.

Os fluxos de projeto são tidos pela empresa como fluxos ideais, porém com certa frequência existem desvios desses processos por razões comerciais, solicitações de clientes, atendimentos a prazos, entre outros. A empresa considera que ter um fluxo definido auxilia inclusive nessa retomada das atividades em um fluxo adequado para os casos em que se vê obrigada a abrir mão de seu fluxo ideal.

A etapa de anteprojeto corresponde às atividades iniciais de desenvolvimento de projeto, após a aprovação do orçamento pelo cliente. O início do processo acontece com a reunião inicial com o cliente (AP1), conforme se vê na figura 15.

Ante-Projeto (AP)

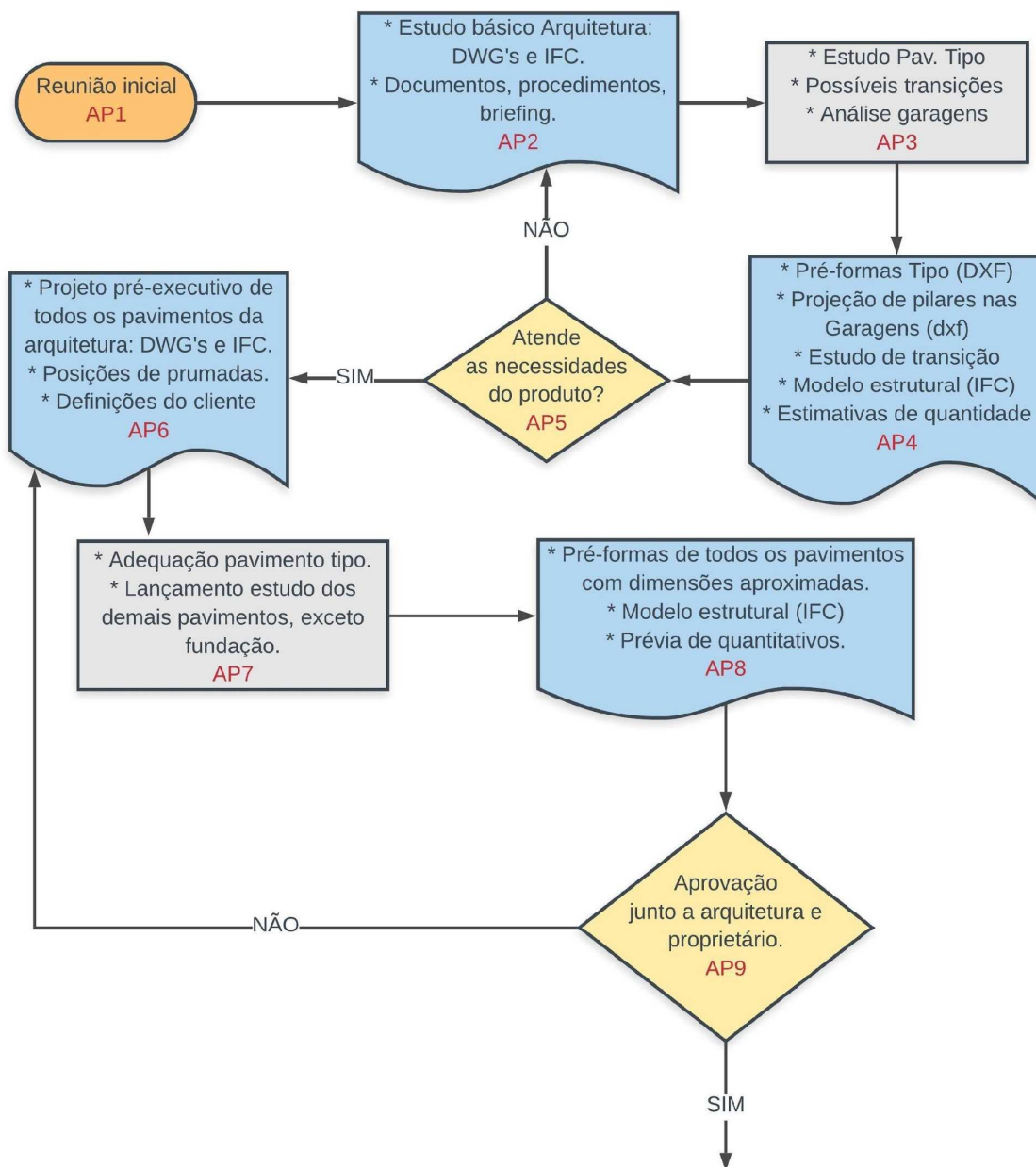


Figura 15 - Fluxo – Anteprojeto.
Fonte: o Autor.

Nesta reunião com o Arquiteto e/ou Proprietário, definem-se tipos de soluções estruturais a serem estudadas, assim como informações gerais sobre as características dos materiais a serem empregados na estrutura e materiais em geral para definição de cargas. Discute-se eventualmente processos construtivos ou materiais alternativos que possam alterar a forma de projetar a estrutura.

Após esta reunião inicial é recebido um primeiro conjunto de informações (AP2) que são o estudo básico do projeto arquitetônico juntamente com documentos, padrões e o briefing da construtora ou incorporadora. É comum a informação do projeto arquitetônico ser encaminhada em desenhos 2D, porém observa-se cada vez mais o uso de modelagens já em estudos iniciais. Em casos em que o responsável pelo projeto arquitetônico já possui este modelo, é solicitado o envio do modelo IFC da arquitetura. Estas primeiras trocas de informação já contêm importantes informações que permitem uma maior fluidez do processo interno da empresa e os requisitos de troca de informação estão descritos na sequência deste trabalho (AP2).

Após o recebimento dessas informações, é realizado o estudo do pavimento tipo em conjunto com as garagens e possíveis transições. Muitas vezes os demais pavimentos ainda não estão definidos pela arquitetura e, mesmo quando estão, existe certa liberdade de alteração visando a uma melhoria na estrutura dos pavimentos com certa quantidade de repetições. As garagens são fundamentais para a viabilidade dos empreendimentos, sejam residenciais ou comerciais, e por este motivo já devem ser viabilizados no início do processo. As transições são estudadas nesta etapa pelo impacto no orçamento e nas alturas de piso a piso definidas pela arquitetura.

É comum nesta etapa o estudo de diversas soluções, algumas preservando o máximo possível o projeto arquitetônico e outras com interferências significativas, mas que resultam em melhorias no projeto estrutural. Estas soluções são apresentadas (AP4) em arquivos 2D com a pré-forma do pavimento tipo, projeção de pilares nas garagens e estudos de transição. As dimensões dos elementos estruturais ainda não são definitivas, mas já apresentam pequena margem de variação, podendo assim servir de base à tomada de decisão pelo contratante. Desde fases iniciais, a empresa tem entregue também o arquivo IFC com a modelagem da estrutura com fins geométricos. Ainda não existem informações referentes às quantidades e especificações de materiais. Juntamente com o estudo do sistema estrutural, é enviado ao cliente uma estimativa de materiais para cada uma das soluções apresentadas, por meio de uma planilha de excel.

Estas informações servem como auxílio na tomada de decisão da escolha do sistema estrutural pelo contratante (AP5) e é comum que este processo seja iterativo, com diversas trocas entre o projeto arquitetônico e o projeto estrutural até atender às necessidades do produto.

Após a definição do sistema estrutural, é comum o desenvolvimento do projeto arquitetônico com a definição dos demais pavimentos, locação e espaços para as prumadas dos projetos de instalações e definições do cliente com relação à tipologia escolhida do sistema estrutural. As informações do projeto arquitetônico (AP6) são enviadas normalmente em formato CAD e em Arquivos IFC. Esta troca de informação terá seus requisitos de troca de informações descritos na sequência deste trabalho (AP6). Algumas vezes são recebido também arquivos autorais de projeto em RVT. A definição de espaços e prumadas é entregue em arquivos CAD 2D e é resultado de estudos de traçados dos projetistas de instalações.

Com as informações recebidas, são realizadas as possíveis alterações no pavimento tipo e a concepção estrutural de todos os pisos (AP7), exceto fundação, e feito o lançamento global da estrutura, pré-determinando as dimensões de todas as peças estruturais, através de cálculos expeditos, os carregamentos atuantes, os detalhes especiais das peças de concreto, os níveis corretos da estrutura, a confirmação dos materiais adotados (concreto, aço), os limites de dimensões a serem respeitados na estrutura final e outras informações relevantes ao desenvolvimento do projeto estrutural final. Em alguns casos, essa etapa é desenvolvida em desenhos no papel, sobre croquis da arquitetura de cada pavimento, e em outros é realizada diretamente em programa de modelagem de estruturas.

Como resultado desta atividade são enviadas ao cliente as pré-formas de todos os pavimentos (exceto fundação), por meio de arquivos CAD, o modelo estrutural e uma prévia dos quantitativos. Neste modelo estrutural já existem informações mais precisas dos materiais utilizados, quantidades, nomenclatura das peças de concreto, entre outras informações. Os requisitos de troca desta fase (AP8) estarão descritos na sequência deste trabalho.

Com estes documentos entregues, é realizada uma análise crítica do contratante em um processo iterativo para a melhoria das soluções com o foco no melhor desenvolvimento do produto (AP9). Aprovado pelo cliente (PE1), é dada sequência no fluxo de atividades pré-executivo (PE), conforme figura 16.

Pré-Executivo (PE)

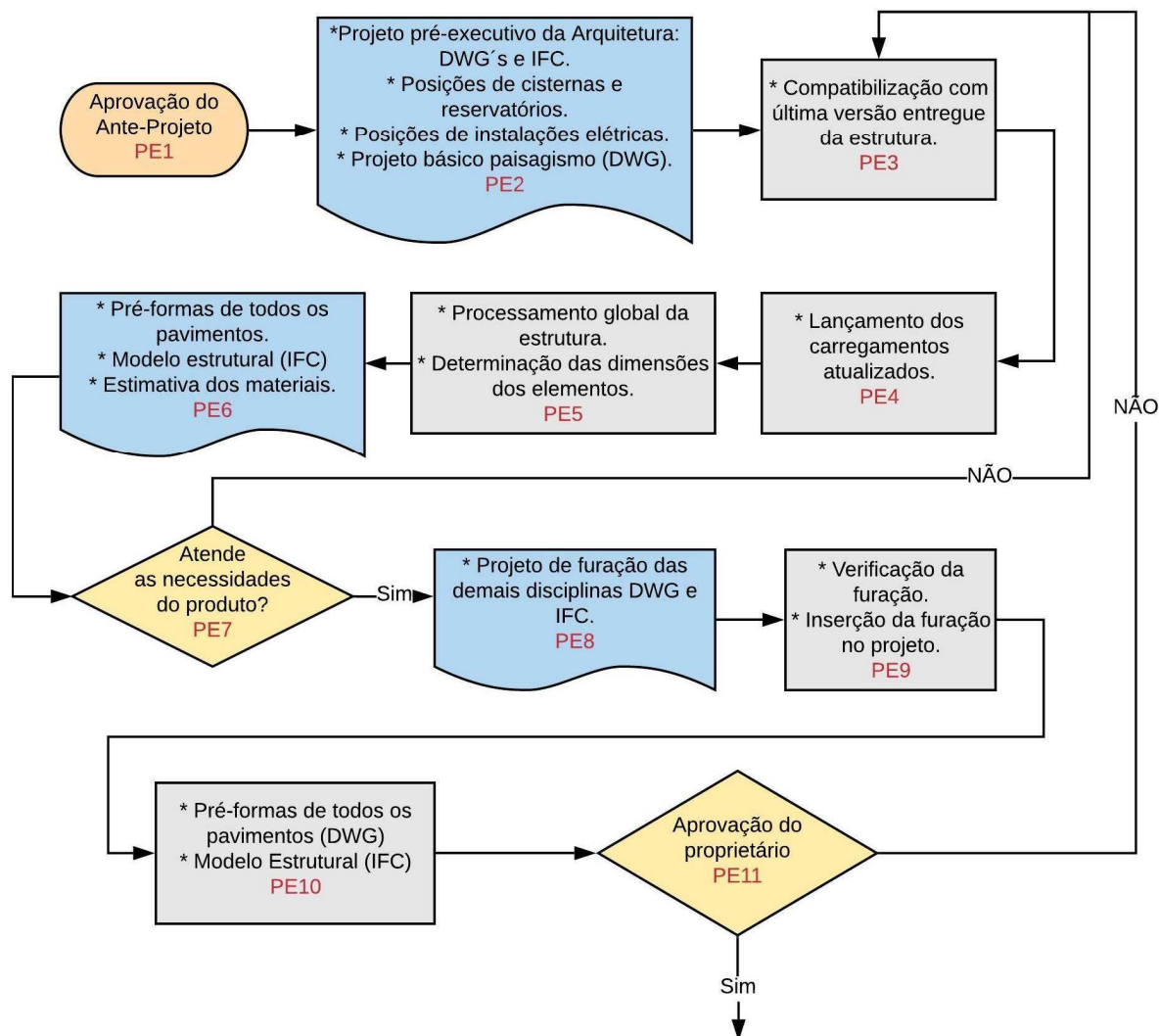


Figura 16 - Fluxo – Pré-executivo.
Fonte: o Autor.

Após a aprovação do anteprojeto e desenvolvimento do projeto pré-executivo arquitetônico, tem início a etapa de pré-executivo do projeto estrutural. As informações recebidas nesta etapa (PE2) são o projeto arquitetônico (em DWG e IFC), as posições de cisternas e reservatórios apoiados na estrutura, instalações elétricas (transformadores, subestações, etc.) e o projeto básico do paisagismo. As informações dos projetos de instalações normalmente são encaminhadas em arquivos

CAD 2D. Essa etapa é importante para definição dos carregamentos atuantes na estrutura e os requisitos de troca serão tratados na próxima seção.

Com as informações recebidas é realizada uma compatibilização da última versão do projeto arquitetônico (PE3) com o modelo estrutural entregue na etapa de anteprojeto.

Após esta compatibilização são atualizados os carregamentos no modelo estrutural já de acordo com as definições de arquitetura e instalações (PE4). Este processo é realizado de maneira manual, com a identificação dos elementos externos apoiados sobre a estrutura (alvenarias, reservatórios, máquinas, etc.) e o lançamento de suas cargas. Atualmente a empresa está testando a funcionalidade do Software TQS na importação de tipologias de alvenarias e sua transformação em carregamentos, mas ainda não está sendo utilizado em larga escala.

Após o lançamento dos carregamentos é realizado o processamento global da estrutura e feita a adequação das dimensões dos elementos estruturais para atendimento aos critérios de estabilidade e segurança. Como produto desta etapa é realizado novamente um projeto de pré-formas e emitido um novo modelo IFC e estimativa de materiais (PE6). As quantidades de volume de concreto e área de forma podem ser obtidas via modelo, porém os quantitativos referentes às armaduras são estimadas, pois os elementos estruturais ainda não foram detalhados nessa fase.

É realizada a análise do cliente (PE7) e demais envolvidos e são realizados ciclos de compatibilização até que as interferências estejam esclarecidas. Após a aprovação do cliente e o recebimento do projeto de furações (PE8) das disciplinas de instalações, é realizada uma análise desses projetos e validada a possibilidade das aberturas junto aos projetistas ou são solicitadas alterações.

Após a validação das furações é realizado a inserção dos furos (PE9) no modelo estrutural de maneira manual. Uma das melhorias levantadas no processo da empresa é a possibilidade de uso de uma ferramenta de furação automática a partir da importação de tubulações via IFC. Esta ferramenta desenvolvida pela TQS informática foi testada de maneira preliminar tendo bom funcionamento para casos isolados, mas ainda deixando a desejar para projetos com grandes quantidades de informação.

Após a inserção da furação é emitida a nova versão do projeto de pré-formas (PE10) juntamente com o modelo atualizado em IFC do projeto estrutural. Os

requisitos de troca para utilização das informações do projeto estrutural foram desenvolvidos na próxima seção.

Tem-se notado também que para alguns clientes a entrega apenas do modelo estrutural nas fases de anteprojeto e pré-executivo já tem sido suficiente para evolução do projeto e com informações necessárias para as demais disciplinas.

Após a aprovação do projeto pré-executivo é dado início ao projeto executivo estrutural (EX1), conforme figura 17. Novamente é recebido um conjunto de informações pertinentes aos projetos arquitetônicos (IFC e DWG), projetos elétricos, hidráulicos, climatização e contenção (EX2). Os requisitos de troca do projeto arquitetônico para esta etapa são os mesmos da etapa PE02.

Com as informações recebidas é realizada a compatibilização do projeto estrutural com as demais disciplinas (EX3) e o processamento global da estrutura com a verificação de todos os elementos estruturais (EX4).

Após esta etapa é realizado a primeira entrega executiva do projeto estrutural: a locação e cargas dos pilares (EX5). Apesar da locação dos pilares estar referenciada no modelo, a indicação de cargas e o desenho executivo da locação são realizadas em 2D devido à quantidade de fatores envolvidos nas tabelas de carregamentos que inviabilizariam a inserção dessas informações no modelo.

Estes documentos, junto com a locação e cargas dos pilares, são enviados ao cliente (EX6) que os utiliza para locação definitiva da obra e para liberação de execução do projeto de fundação (EX7). Esse projeto de fundação é realizado por um profissional especializado, contratado pelo cliente, que define as dimensões, materiais e processos executivos dos elementos de fundação (estacas ou sapatas). O projeto de fundação é recebido, normalmente, em arquivo CAD e inserido como uma referência externa no modelo estrutural para lançamento (EX8) dos elementos estruturais de fundação (blocos e sapatas). Após o lançamento dos elementos estruturais é realizado um novo processamento global da estrutura e verificação dos elementos estruturais (EX9). Em função das características das fundações, é possível que ocorram redistribuições de carregamentos da estrutura e alterações nas cargas de pilares. Em caso de uma redistribuição significativa de esforços é realizada a revisão dos projetos de locação e cargas de pilares e enviada ao projetista de fundação e ao proprietário.

Executivo (EX)

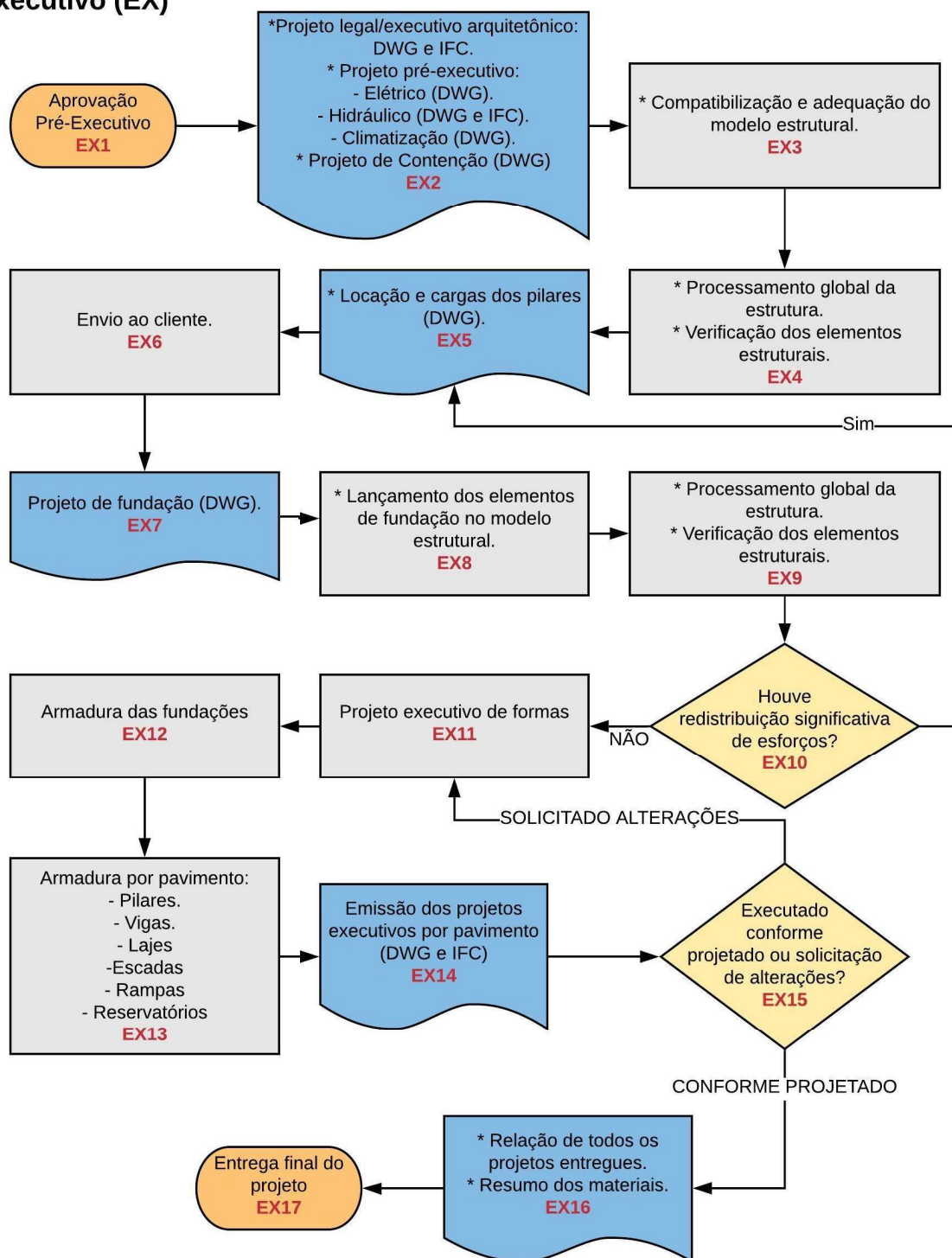


Figura 17 - Fluxo – Executivo.
Fonte: o Autor.

Após esse processo iterativo de definição dos elementos de fundação ser finalizado, é realizado o detalhamento executivo das formas (EX11). Atualmente, para os projetos em que a empresa é contratada para entrega de modelos IFC, a documentação dos projetos de forma é realizada a partir de vistas do modelo estrutural com base em captura de parâmetros já embutidos neste modelo.

Após os projetos das formas serem finalizados, é realizado o detalhamento das armaduras dos elementos estruturais. Inicia-se pelo detalhamento dos elementos de fundação (EX12) e, após, detalham-se as armaduras de pilares, vigas, lajes, escadas, rampas e reservatórios (EX13). Apesar de já existirem algumas ferramentas para exportação de armaduras juntamente com o modelo estrutural via IFC, a empresa considera que o modelo fica mais complexo e de difícil trabalho, e os ganhos ainda não justificam a inserção destas informações no modelo. Atualmente, a inserção das armaduras no modelo é feita apenas para os cabos de protensão por sua importância na verificação de interferências com as furações de lajes.

Está em desenvolvimento na empresa a inserção de informações de quantidades de armadura por bitola vinculadas a cada elemento estrutural, para que essa informação possa ser utilizada, vinculada ao modelo, para processos de compra e planejamento pelas construtoras.

A entrega do projeto executivo de formas e armaduras é realizada em arquivos CAD e PDF já com as vistas e cortes adequados ao processo de execução (EX14). Juntamente com a documentação gerada, é encaminhado o modelo estrutural que pode ser utilizado para processos de orçamento e planejamento. Os requisitos de troca desta fase podem ser variáveis de cliente para cliente em função do uso do modelo que será feito. Na próxima seção será detalhado o requisito de troca padrão utilizado pela empresa e que pode sofrer alterações em função de solicitações específicas do cliente.

Durante o processo executivo é comum o surgimento de solicitações do executante para alterações no projeto por questões de canteiro (EX15). São realizadas as revisões nos projetos e reemitidos os projetos executivos à medida que estas solicitações vão sendo feitas. Tem-se observado que o volume de alterações tem sido significativo mesmo com os vários processos de compatibilização que procedem esta etapa. A empresa observa também que nos casos em que a compatibilização é realizada pelo modelo, a ocorrência de alterações em projeto nesta fase tem sido menor e da mais fácil solução.

Estando os projetos entregues, e com as características necessárias para a sua execução, é realizada uma relação de todos os projetos entregues com o controle de suas revisões e um resumo dos materiais que foram prescritos para o projeto (EX16), sendo essa considerada a etapa final de entrega do projeto (EX17).

Ainda faz parte do escopo das atividades da empresa o acompanhamento da estrutura já construída, sendo comum algumas visitas pós-ocupação para possíveis adequações no ambiente e verificação de sua viabilidade.

5.2 REQUISITOS DE INFORMAÇÃO

Nesta seção serão discutidos os requisitos de troca de informação das atividades que ocorrem ao longo dos processos descritos anteriormente. Os requisitos de troca dizem respeito às informações que devem ser modeladas em cada uma das etapas para melhor aproveitamento das informações dos envolvidos nas etapas subsequentes.

O primeiro requisito de troca que será tratado é o correspondente às atividades AP2 e AP6 dos processos levantados. Estes requisitos dizem respeito às informações recebidas do projeto arquitetônico na etapa de anteprojeto, conforme pode-se ver na tabela 1.

Para o desenvolvimento das atividades relacionadas ao projeto estrutural na fase de anteprojeto, as principais informações são obtidas no projeto arquitetônico. Os elementos que necessitam estar modelados são os elementos que definem as paredes, portas, janelas, escadas e pisos previstos na arquitetura. A empresa desenvolveu padrões para o tratamento de IFC's que possuem as informações descritas e possibilitam à empresa a geração de referências externas que baseiam o lançamento estrutural nesta fase. Destaca-se que nesta fase não são necessárias as informações de camadas de paredes e de revestimentos, pois essas informações serão utilizadas apenas nas etapas posteriores de lançamentos de carregamentos em fases mais definitivas. O carregamento que é previsto nesta etapa é um carregamento estimado resultando em boas aproximações, condizentes à fase.

Tabela 1 - Requisitos de informação etapas AP2 e AP6.

IDENTIFICAÇÃO	AP2 e AP6			
DESCRIÇÃO	Requisitos de troca que contém informações do estudo preliminar da arquitetura que possibilitem o estudo inicial do projeto estrutural			
TIPO DE INFORMAÇÃO	INFORMAÇÃO REQUERIDA	OBRIGATÓRIA (O) OPCIONAL (OP)	OBSERVAÇÕES	ENTIDAD E IFC
PAREDES	Espessura	O	Nesta fase não é necessária a informação das camadas das paredes no modelo, sendo suficientes a informação de suas dimensões externas	IfcWall IfcMaterial
	Dimensões	O		
	Nível	O		
	Materiais	OP		
PORTAS	Dimensões	O	Importante a definição da abertura da porta para definição dos elementos estruturais.	IfcDoor
	Abertura	O		
	Nível	O		
JANELA	Dimensões	O		IfcWindow
	Nível	O		
ESCADAS	Dimensões	O	Nesta esta etapa, caso ainda não esteja definido o material da escada é feito a previsão em concreto.	IfcStair IfcMaterial
	Materiais	OP		
	Nível	O		
PISO	Dimensões	O	Os revestimentos ainda não são importantes nesta fase pois é feito um carregamento preliminar da estrutura.	IfcSlab IfcMaterial
	Tipos e uso	O		
	Revestimentos	OP		

Fonte: O Autor.

A tabela 2 indica os requisitos de informação da etapa AP8 e PE10 que corresponde aos documentos entregues pela estrutura ao final das fases de anteprojeto e pré-executivo, respectivamente.

Na etapa AP8, é importante para a arquitetura as informações de posições e dimensões aproximadas dos elementos estruturais, bem como o sistema construtivo que será utilizado. As posições dos elementos estruturais contribuem também para auxiliar nas escolhas dos traçados das instalações. Já para etapa PE10, os requisitos de informação são basicamente os mesmos, porém com as dimensões dos elementos estruturais já mais próximas das definitivas.

Tabela 2 - Requisitos de informação etapas AP8 e PE10.

IDENTIFICAÇÃO	AP8 e PE10			
DESCRIÇÃO	Requisitos de troca que contém informações relativas ao projeto estrutural que norteiam o desenvolvimento do projeto arquitetônico.			
TIPO DE INFORMAÇÃO	INFORMAÇÃO REQUERIDA	OBRIGATÓRIA (O) OPCIONAL (OP)	OBSERVAÇÕES	ENTIDADE E IFC
VIGAS	Seção transversal	O	As definições nesta etapa ainda possuem medidas preliminares, mas já com pequenas variações possíveis.	IfcBeam IfcMaterial
	Comprimento	O		
	Nível	O		
	Materiais	O		
LAJES	Espessura	O	As definições nesta etapa ainda possuem medidas preliminares, mas já com pequenas variações possíveis.	IfcSlab IfcMaterial
	Dimensões	O		
	Nível	O		
	Materiais	O		
PILARES	Espessura	O	As definições nesta etapa ainda possuem medidas preliminares, mas já com pequenas variações possíveis.	IfcColumn IfcMaterial
	Dimensões	O		
	Nível	O		
	Materiais	O		
ESCADAS	Dimensões	O	Nesta esta etapa, caso ainda não esteja definido o material da escada é feito a previsão em concreto.	IfcStair
	Materiais	OP		
	Nível	O		

Fonte: O Autor.

Destaca-se que o modelo estrutural gerado nesta etapa serve como base para inserção no modelo arquitetônico, possibilitando a análise de interferências entre as disciplinas e uma estimativa inicial dos quantitativos de concreto e área de forma.

A figura 18 abaixo mostra um modelo estrutural gerado via IFC com os elementos descritos na tabela 2. Já na figura 19 pode-se ver as informações referentes às vigas exportadas nesta fase de projeto.

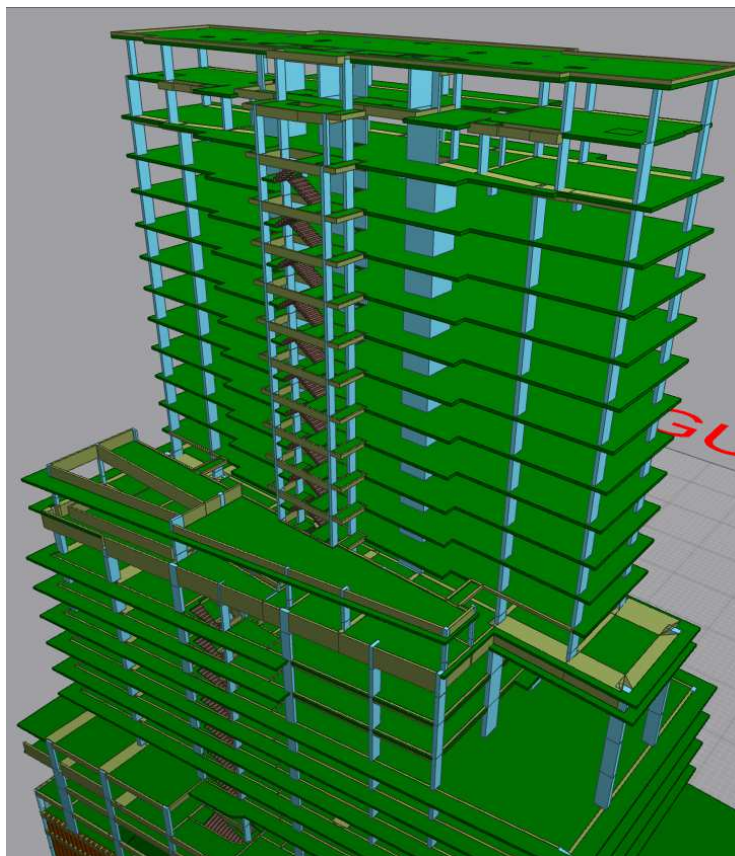


Figura 18 - Modelo estrutural em IFC
Fonte: o Autor.

INFO					
Beam.24.175					
Identification	Location	Quantities	Material	Profile	Relations
Classification	Hyperlinks	Pset_BeamCommon	Pset_TQS_Geometria		Pset_TQS_Padrao
Property	Value				
Altura_cm	176				
Carga_tf_m	0				
Excentricidade_cm	0				
Largura_cm	19				
Rebaixo_cm	0				

INFO					
Beam.24.175					
Identification	Location	Quantities	Material	Profile	Relations
Classification	Hyperlinks	Pset_BeamCommon	Pset_TQS_Geometria		Pset_TQS_Padrao
Property	Value				
Numero	1				
Piso	14				
Planta	11 PAV				
Tipo	Vigas				
Titulo	V1d				

Figura 19 - Informações referentes às vigas.
Fonte: o Autor.

Na etapa de projeto pré-executivo é realizada a compatibilização com as demais disciplinas desenvolvidas e a definição de carregamentos de elementos externos à estrutura. Neste sentido é importante a definição dos requisitos de troca de informação para etapa PE2, garantindo que as informações necessárias estarão documentadas no modelo. Estes requisitos de troca podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3 - Requisitos de informação para etapa PE2.

IDENTIFICAÇÃO	PE2			
DESCRIÇÃO	Requisitos de troca que contém informações do projeto pré-executivo da arquitetura e paisagismo.			
TIPO DE INFORMAÇÃO	INFORMAÇÃO REQUERIDA	OBRIGATÓRIA (O) OPCIONAL (OP)	OBSERVAÇÕES	ENTIDADE IFC
PAREDES	Espessura	O	Para importação automática de carregamentos é necessário a modelagem das camadas das paredes e suas tipologias.	IfcWall IfcMaterial
	Camadas	O		
	Dimensões	O		
	Nível	O		
	Materiais	O		
PORTAS	Dimensões	O	Importante a definição da abertura da porta para definição dos elementos estruturais.	IfcDoor
	Abertura	O		
	Nível	O		
JANELA	Dimensões	O		IfcWindow
	Nível	O		
ESCADAS	Dimensões	O	Já deverá estar definido os materiais de execução das estacas.	IfcStair IfcMaterial
	Materiais	O		
	Nível	O		
PISO	Dimensões	O	É necessário a modelagem dos revestimentos de piso para previsão dos carregamentos adequados.	IfcSlab IfcMaterial
	Tipos e uso	O		
	Revestimentos	O		
FLOREIRAS	Dimensões	O	Posições e materiais das floreiras apoiadas sobre a estrutura.	IfcMaterial
	Materiais	O		
	Nível	O		

Fonte: O Autor.

Diferentemente dos modelos de arquitetura recebidos anteriormente, nesta etapa é importante que já existam as definições referentes às tipologias de alvenarias que serão adotadas, revestimentos de piso e os materiais de que serão compostas as escadas.

Além das informações referentes ao projeto de arquitetura e paisagismo, existem carregamentos importantes provenientes das disciplinas de hidráulica (caixas d'água e cisternas) e elétrica (subestações e transformadores). Essas informações são recebidas normalmente em arquivo 2D e seriam um ganho no processo de projeto de estruturas caso elas estivessem vinculadas a um modelo IFC.

Ainda na fase de pré-executivo, a inserção de furações é feita de maneira manual, porém a empresa acredita que possa existir uma melhoria com importação automática de furações dos modelos de instalações para o modelo estrutural. Existe uma ferramenta disponível do software TQS para realizar este processo, e está sendo estudada pela empresa.

Outro importante requisito de troca é o da fase EX14 que pode ser observado na tabela 4 e corresponde à entrega executiva do projeto estrutural. Nesta fase o modelo deve conter informações suficientes para basear os processos de planejamento, compra de materiais e execução. Conforme citado anteriormente, estes requisitos de troca podem variar para cada cliente em função do uso que será feito do modelo estrutural. Na tabela 4 pode-se verificar os requisitos de troca que a empresa considera importante e tem como base de partida para todos os clientes.

Do ponto de vista do projeto estrutural para projetos de edificações, os elementos modelados são as vigas, lajes, pilares, escadas e rampas. A maneira de executar cada um desses elementos tem suas particularidades e por este motivo a forma de cálculo de alguns parâmetros variam.

Tem-se observado nos projetos desenvolvidos pela empresa que, para etapas de planejamento, o modelo tem sido mais utilizado para busca de informações geométricas e informações de quantitativos de materiais. Observa-se que o uso do modelo em obra ainda é baixo, servindo para esclarecer algumas dúvidas em relação às pranchas de projeto entregues ou para consultas de detalhes específicos.

Tabela 4 - Requisitos de informação etapa EX 14.

IDENTIFICAÇÃO	EX14			
DESCRIÇÃO	Requisitos de troca que contém informações relativas ao projeto estrutural para embasamento dos processos de planejamento, compra de materiais e execução.			
TIPO DE INFORMAÇÃO	INFORMAÇÃO REQUERIDA	OBRIGATÓRIA (O) OPCIONAL (OP)	OBSERVAÇÕES	ENTIDADE IFC
VIGAS	Seção transversal	O	São necessárias as informações que garantam que o material prescrito será orçado, comprado e aplicado de maneira adequada ao previsto no projeto. Cuidado especial com o cálculo da área de forma de vigas devido ao processo executivo.	IfcBeam IfcMaterial
	Comprimento	O		
	Nível	O		
	Materiais (Volume de concreto, área de forma, peso de aço, Fck, módulo de elasticidade, cobrimento)	OP		
LAJES	Espessura	O	Para lajes pretendidas fazer a separação de peso de aço por tipo. CA50 e CP190.	IfcSlab IfcMaterial
	Dimensões	O		
	Nível	O		
	Materiais (Volume de concreto, área de forma, peso de aço, Fck, módulo de elasticidade, cobrimento)	OP		
PILARES	Espessura	O	Pilares com pé-direito duplo devem ser considerados vinculados ao piso que ele está apoiando.	IfcColumn IfcMaterial
	Dimensões	O		
	Nível	O		
	Materiais (Volume de concreto, área de forma, peso de aço, Fck, módulo de elasticidade, cobrimento)	OP		
ESCADAS/ RAMPAS	Dimensões	O	Verificar inclinações de rampas e as passagens para veículos e pedestres.	IfcStair
	Materiais (Volume de concreto, área de forma, peso de aço, Fck, módulo de elasticidade, cobrimento)	OP		
	Nível	O		

Fonte: O Autor.

Para atender às necessidades de planejamento e execução é necessário, nesta fase de projeto, que o modelo apresente informações das geometrias dos elementos, vinculações dos pavimentos e materiais (quantidades e formas de aplicação).

Para edificações convencionais a geometria é composta por seções transversais retangulares (algumas poucas vezes circulares) e um comprimento ou uma espessura. Estas informações estão presentes nos parâmetros dos elementos e podem ser capturadas para usos diversos.

Outra informação importante que baseia etapas de execução é a vinculação do pavimento deste elemento. Todos os elementos do modelo estrutural possuem a informação do pavimento que ele compõe.

Com relação aos materiais são importantes as informações de quantitativos de materiais e formas de sua aplicação. As informações mínimas embutidas no modelo são o volume de concreto, a área de forma e o cobrimento das armaduras nas peças estruturais. O peso de aço de cada elemento, conforme comentado anteriormente, ainda é informado de maneira manual devido às armaduras não estarem modeladas no modelo estrutural final. Atualmente, a empresa busca formas de fazer a vinculação automática das tabelas de armaduras presentes nas pranchas de projeto ao modelo estrutural.

O processo de produção de projeto estrutural para edificações envolve uma quantidade de troca de informações grande e frequente entre os envolvidos. Os requisitos de troca aqui apresentados são capazes de atender a uma parte significativa das trocas de informações necessárias, porém existem algumas particularidades que não são resolvidas com estes modelos e são alvo de estudo da empresa na busca contínua de melhoria de seu processo.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou responder à questão apresentada como problema de pesquisa no início do trabalho: como é o processo de produção de projeto estrutural de edificações em concreto armado utilizando o BIM e quais os requisitos de informação, segundo a metodologia IDM?

Para responder a essa pergunta foi realizada uma revisão bibliográfica conceituando a atividade de projeto (seus envolvidos e etapas), a metodologia BIM a interoperabilidade.

A metodologia utilizada foi o estudo de caso em que uma empresa sediada na cidade de Curitiba, especialista na produção de projetos estruturais, teve seus processos estudados.

O foco do estudo de caso foi entender como é o funcionamento dos processos internos da empresa para realização de projetos em BIM, quais os requisitos de informação em cada uma das etapas e levantar possíveis melhorias nos seus processos.

O levantamento do fluxo de trabalho da empresa ocorreu por meio de procedimentos internos documentados e reuniões presenciais que ocorreram com certa frequência pelo fato do autor desse trabalho fazer parte da equipe interna da empresa.

A empresa possui três etapas definidas de fluxo de trabalho (anteprojeto, pré-executivo e executivo), que foram descritas e estudadas com o objetivo de identificar fases em que os fluxos de troca de informações eram importantes e poderiam trazer algum ganho no processo da empresa. Notou-se que ao longo do desenvolvimento do trabalho alguns dos modelos de troca propostos já auxiliaram a empresa em processos em que possuía alguma dificuldade de comunicação com os demais envolvidos.

Foram apresentados modelos de requisito de trocas de informação que resultaram em ganhos nos processos da empresa. Esses modelos de requisitos de troca foram realizados considerando a metodologia IDM, que define as informações necessárias para a etapa específica do projeto.

É importante salientar que os requisitos de troca apresentados são os que a empresa considera ideal em seus processos, porém existem particularidades a serem

atendidas em função de solicitações de seus clientes e o uso do modelo dado por eles.

Ainda foi observado que existem alguns processos que podem ser melhorados para aumento da produtividade nas atividades da empresa. Alguns foram levantados e estão em estudo para implementação: importação de carregamentos de alvenarias do projeto arquitetônico, importação de informações dos modelos de instalações para inserção automática de furações e exportação da tabela de armaduras junto ao modelo.

Por fim, avalia-se que a metodologia IDM tem capacidade de atender com eficiência a melhoria dos processos de troca de informação entre os envolvidos, sobretudo pelo fato de particularizar os requisitos para cada uma das etapas específicas. Considera-se que o desenvolvimento desses requisitos para outras etapas pode trazer ganhos significativos na melhoria do fluxo de projeto.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Max Lira Veras; RUSCHEL, Regina Coeli. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. Gestão e tecnologia Vol. 4, Novembro de 2009.

ANTUNES, C.E. Mapeamento de processos e determinação de requisitos de informação em projetos de estruturas em concreto armado para obras de saneamento através de sistemas BIM: Estudo de caso utilizando a metodologia IDM. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: Manutenção de edificações - Procedimentos: Atividades técnicas: Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas: Rio de Janeiro, 1995.

BELK, Abram. Projeto estrutural com TQS no Ambiente BIM. TQSNews. Ano XX1, nº 47, janeiro de 2019.

BUILDINGSMART. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/>>. Acesso em 06/04/19.

BUILDINGSMART. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/users/services/buildingsmart-data-dictionary/>>. Acesso em 27/09/19.

BUILDINGSMART. Information Delivery Manual, 2010. Versão 1.2.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC, 2018. Habitação. 10 Anos no Futuro.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC, 2016a. Produtividade da Construção Civil Brasileira.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC, 2016b. Habitação. Coletânea Implementação do Bim para Construtoras e Incorporadoras. Volume 1.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC, 2016b. Habitação. Coletânea Implementação do Bim para Construtoras e Incorporadoras. Volume 3.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. Manual de Bim: Uma Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Construtores e Incorporadores. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

MELHADO, S.B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. Tese - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1994.

O'BRIEN, James; MARAKAS, George M. Management Information Systems. 10ª Edição: McGraw-Hill Education, 2010.

ROBSON, C. Real world research: a resource for social scientists and practitioner – researchers. 4th ed. Blackwell Publishing, 2016;

ROMANO, F. V. Modelo de Referência para Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações. Gestão e Tecnologia de Projetos. Vol. 1, nº 1, p. 24-46, 2006.