

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Engenharia

Departamento de Engenharia de Materiais e Construção

Curso de Especialização em Construção Civil

Monografia

**"PROJETO: FERRAMENTA DETERMINANTE PARA O CUSTO DE
UM EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO"**

Autor: Mariana Caçado Juste

Orientador: Prof. Eduardo Marques Arantes

Julho/2013

MARIANA CANÇADO JUSTE

**"PROJETO: FERRAMENTA DETERMINANTE PARA O CUSTO DE UM
EMPREENHIMENTO IMOBILIÁRIO"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil

da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Gestão e Tecnologia na Construção Civil

Orientador: Prof. Eduardo Marques Arantes

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2013

J96p Juste, Mariana Caçado
Projeto [manuscrito]: ferramenta determinante para o custo de um
empreendimento imobiliário / Mariana Caçado Juste. --2013.
104 f., enc.: il.

Orientador: Eduardo Marques Arantes.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil
da Escola de Engenharia da UFMG.

Bibliografia: f.102-104.

1. Construção civil. 2. Projetos imobiliários. 3. Administração de projetos. I.
Arantes, Eduardo Marques. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de
Engenharia. III. Título.

CDU: 69

À minha família, sempre presente.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do Curso de Especialização, pelos ensinamentos e disponibilidade, em especial, ao professor Eduardo, por sua orientação ao longo deste trabalho.

À Universidade Federal de Minas Gerais, pela oportunidade.

Aos colegas, pela rica troca de experiências e convivência harmoniosa.

À minha família e amigos, pelo apoio e compreensão.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. OBJETIVO.....	21
3. METODOLOGIA.....	22
3.1 Método de Pesquisa.....	22
3.2 Estrutura da monografia.....	23
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
4.1 A execução de um empreendimento imobiliário – as fases preliminares	25
4.2 A definição do escopo dos projetos	30
4.3 O projeto	31
4.4 Os tipos de projetos e suas fases de desenvolvimento	32
4.5 O processo de desenvolvimento de projetos.....	37
4.5.1 Breve histórico	37
4.6 A elaboração dos instrumentos de marketing e divulgação	38
4.7 A análise crítica dos projetos	41
4.8 A compatibilização de projetos.....	42
4.9 A racionalização do projeto	44
4.10 A construtibilidade do projeto	45
4.11 O detalhamento dos projetos.....	49

4.12 A coordenação de projetos.....	50
4.13 Engenharia Simultânea	55
4.14 O Sistema de Gestão da Qualidade no processo de desenvolvimento de projetos.....	58
4.15 Os desenhos e modelos paramétricos.....	60
4.16 O Building Information Modeling (BIM)	62
4.16.1 Conceituação	62
4.16.2 Desafios para implementação do BIM	64
4.16.3 Ferramentas (<i>Softwares</i>)	65
4.16.4 Pontos positivos na utilização do BIM.....	66
5. ESTUDO DE CASO	68
5.1 Apresentação	68
5.2 A construtora Alpha	68
5.3 O objeto em estudo – Empreendimento Por do Sol.....	70
5.4 Classificação das falhas	71
5.5 Falha na análise crítica das soluções de projetos e especificações.....	72
5.6 Falha ou insuficiência de detalhamento	81
5.7 Falha no gerenciamento de informações	90
5.8 Falha no processo de compatibilização de projetos.....	90
6. ANÁLISE DO ESTUDO E CONCLUSÃO	98

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS102

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

AVCB – Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer Aided Design*

CAM – *Computer Aided Manufacturing*

CII – *Construction Industry Institute*

CNC – *Computer Numeric Control*

IDA – *Institute of Defense Analysis*

IOS – *International Organization for Standardization*

NBR – Norma Brasileira

PIB – Produto Interno Bruto

PMBOK – *Project Management Body of Knowledge*

PMI – *Project Management Institute*

Procon – Órgão de Proteção e Defesa do Consumidor

RP – *Rapid Prototyping*

SECOVI-SP – Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo

SFH – Sistema Financeiro da Habitação

SINDINSTALAÇÃO – Sindicato da Indústria de Instalação

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil

TI – Tecnologia da Informação

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Esquema de integração entre os agentes e especialidades, centralizado na figura do coordenador, compondo o processo de desenvolvimento de projetos.....53
- FIGURA 2.** Processo de projetar através do conceito da Engenharia Simultânea, apresentando atividades sobrepostas e redução no tempo total de trabalho. Fonte: Yazdani & Holmes (1999).....57
- FIGURA 3.** A figura apresenta detalhe para execução de alvenaria dupla. Os questionamentos ao lado ocorreram no canteiro de obras, no momento da execução da atividade.....82
- FIGURA 4.** Detalhe genérico de uma pingadeira. É realizado um corte na porção inferior do elemento.....83

LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1.** Capacidade de influência das fases do empreendimento no seu custo final. Fonte: *Construction Industry Institute* (1987).....26
- GRÁFICO 2.** Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases. Fonte: Fabricio (2002).....26
- GRÁFICO 3.** Relação entre o maior investimento na fase de projeto e o custo mensal do empreendimento. Fonte: Barros & Melhado (1993).....27
- GRÁFICO 4.** Percentual da origem das falhas em empresas da construção civil no Brasil. Fonte: Mawakdye (1993).....29

LISTA DE IMAGENS

- IMAGEM 1.** Apartamento. Recortes para passagem de eletrodutos para montagem do QDC sem paginação definida.....74
- IMAGEM 2.** Apartamento. Recortes para passagem de eletrodutos para montagem do QDC e de ponto elétrico sem paginação definida.....74
- IMAGEM 3.** Apartamento. Recortes na alvenaria para passagem de tubulação hidráulica sem paginação definida.....74
- IMAGEM 4.** Apartamento. Recortes no reboco para passagem de tubulação hidráulica sem paginação definida. Recorte na alvenaria para passagem de tubulação de gás.....74
- IMAGEM 5.** Apartamento. Recortes na alvenaria para passagem de eletrodutos e instalação de caixinhas elétricas.....75
- IMAGEM 6.** Recorte na alvenaria para passagem de eletrodutos e instalação de caixinhas elétricas.....75
- IMAGEM 7.** Pilotis. Alvenaria recuperada após recorte para embutir eletroduto. Neste caso, a pintura já havia sido realizada e, para evitar manchas, todo o “pano” precisou ser refeito.....75
- IMAGEM 8.** O vão está maior que o necessário, isso demandou uma maior quantidade de espuma expansiva para a instalação do marco da porta. Além disso gerar sobrecusto, o excesso do material gerou um esforço maior que o previsto sobre o marco e o empenou, comprometendo sua funcionalidade da porta.....78

IMAGEM 9. A altura do vão não foi suficiente para a instalação da porta, não sendo possível aplicar a espuma expansiva sobre o marco da porta. Esta espala precisou ser corrigida.....	78
IMAGEM 10. A porta indicada não foi instalada devido à dimensão do vão incorreta. Isso gerou atraso na conclusão deste serviço neste apartamento e comprometeu a sequência de atividades futuras.....	78
IMAGENS 11 e 12. Ilustram as soluções para proteção das tubulações hidráulicas dos lavatórios e como foi realizado o revestimento cerâmico destes elementos.....	85
IMAGENS 13 e 14. Exemplos da mesma solução para execução de ponto hidráulico para instalação de torneiras em cômodos técnicos.....	85
IMAGEM 15. Perda de cerâmicas utilizada no revestimento destes <i>shafts</i> devido ao grande número de recortes.....	86
IMAGEM 16. Exemplo de <i>shaft</i> executado em uma instalação sanitária de um apartamento, revestido em pedras de mármore branco. Foram instaladas pedras com a possibilidade de remoção para visitação às tubulações.....	87
IMAGEM 17. <i>Shaft</i> executado na área de serviço para instalação das prumadas hidráulicas e alimentação do tanque. Foi protegido com placas de gesso resistentes à umidade e revestido com cerâmica.....	88
IMAGEM 18. Pilotis. Interferência entre a tubulação do sistema de irrigação e viga invertida.....	92
IMAGEM 19. Apartamento. Viga perfurada para passagem de tubulação hidráulica.....	92
IMAGEM 20. Garagem 1. Exemplo de furo realizado e laje para passagem de tubulação.....	93

IMAGEM 21. Garagem 1. Furo realizado para passagem de tubulação hidráulica. Neste caso, a pintura do pavimento inferior já havia sido executada e foi danificada. A esquadria instalada também sofreu manchas. Além de não prevista esta passagem, houve um erro na sequência executiva.....	93
IMAGEM 22a. Pilotis. Furo realizado em laje com o piso em revestimento cerâmico já realizado para inserção de ralo.....	93
IMAGEM 22b. Pilotis. Por se tratar de um local sem cobertura e sujeito à chuva, foi necessário remover a peça cerâmica e recompor a impermeabilização para evitar possíveis infiltrações.....	93
IMAGEM 23a e 23b. Garagem 1. As imagens mostram interferência entre um <i>shaft</i> de instalações elétricas, executado em alvenaria, tubulações hidráulicas e eletrocalha.....	94
IMAGEM 24. Garagem 2. Furos realizados para execução de uma tubulação hidráulica. Neste caso, ocorreu ainda interferência entre o projeto hidráulico e o projeto arquitetônico, já que a tubulação está locada dentro de uma vaga de veículo.....	94

RESUMO

A partir de meados da década de 2000, o mercado imobiliário no Brasil apresentou grande expansão. Apesar das condições favoráveis, as construtoras se depararam com resultados negativos nos últimos anos. Uma série de fatores pode ser apontada como causa desta condição, porém, as falhas decorrentes do processo de desenvolvimento do empreendimento, principalmente na elaboração dos projetos, podem ser consideradas determinantes. Atualmente, existem importantes conceitos e princípios para gerenciamento e otimização do processo de projetar. Pode-se citar a racionalização, construtibilidade, coordenação e compatibilização de projetos, engenharia simultânea e BIM. Apoiados por ferramentas digitais, eles se tornam instrumentos importantes para garantir a confiabilidade, qualidade e eficiência dos projetos e, conseqüentemente, melhores resultados para os empreendimentos.

Palavras-chave: falhas em projetos, coordenação de projetos, BIM

ABSTRACT

Beginning in the mid 2000s, the real estate market in Brazil has gone through an important growth phase. Although prospects became quite favorable for the real estate market, over the last few years building companies have had a negative output. A few causes have been pointed out, but flaws in inefficient, shallow and non integrated projects can be considered crucial for this situation. Currently, there are important concepts and principles by which to manage and optimize the design process. One can cite rationalization, constructability, coordination and reconciliation of projects, concurrent engineering and BIM. Aided by digital tools these become important instruments to ensure reliability, quality and project effectiveness, then, increase the companies output.

Key words: flawed projects, project coordination, BIM

1. INTRODUÇÃO

Após duas décadas de participação coadjuvante na economia brasileira, nos últimos sete anos as incorporadoras e construtoras do país passaram por um período de grande ascensão. A estabilização da economia e queda do desemprego, o aumento do crédito imobiliário impulsionado pela redução nas taxas de juros, a expansão dos prazos de financiamento e mudanças regulatórias que tornaram mais seguro para as instituições financeiras realizar empréstimos, foram condições que favoreceram o renascimento do mercado imobiliário. O sucesso nas vendas de milhares de empreendimentos lançados neste período ilustra esta demanda habitacional reprimida e caracteriza um boom¹ imobiliário no Brasil.

Uma reportagem da revista IstoÉ (2010), aponta que o déficit habitacional no país em 2008 era de 5,8 milhões de residências. Somente no ano de 2010, a Caixa Econômica Federal estimava liberar em financiamentos imobiliários 60 bilhões de reais sendo 4 mil contratos assinados nas agências diariamente neste ano. De acordo com dados do Sistema Financeiro da Habitação (SFH), entre 2004 e 2009, o volume de financiamentos habitacionais mais que triplicou no Brasil, passando de 30 bilhões para 100 bilhões de reais.

Também nestes últimos anos, o Produto Interno Bruto (PIB) da construção civil cresceu acima da média do PIB nacional. Em 2011, por exemplo, o setor representou cerca de 15% da economia brasileira e cresceu 3,6% diante de 2,7% do PIB do país. Estima-se que, até o ano de 2012, o setor da construção civil empregava cerca de 3 milhões de pessoas diretamente e, sua cadeia produtiva, que envolve todos os tipos de fornecedores, cerca de 11 milhões de pessoas.

¹ **Boom** s.m. (do ingl.) Desenvolvimento acelerado de uma determinada atividade econômica, de uma cidade, do apoio a uma candidatura política, etc. Período em que ocorre tal desenvolvimento. Rápida penetração de um determinado produto no mercado.

É importante ressaltar que como consequência do aquecimento do mercado imobiliário, principalmente a grande demanda por novas residências, houve um aumento considerável no valor dos imóveis. Alguns especialistas afirmam que, na verdade, os preços foram recompostos, uma vez que estavam defasados no período de “dormência” enfrentado pelo mercado. Nas capitais brasileiras e em algumas cidades do interior viu-se uma valorização significativa dos imóveis, muitas vezes até exagerada e também impulsionada pela especulação imobiliária².

Curiosamente, diante destas condições bastante favoráveis, as construtoras vivem um paradoxo: o setor da construção em grande aquecimento, porém seus resultados, de maneira geral, estão sendo negativos. O ano de 2011 foi considerado o pior da história recente para elas. As ações das construtoras foram o destaque negativo na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) sendo que, o valor de mercado das dezessete (de capital aberto, com ações na bolsa) caiu 39%. Houve redução em suas margens de lucro e seu nível de endividamento passou de 29%, em 2008, para 68%, em 2011.

As construtoras atualmente enfrentam dificuldades em sua principal especialidade: construir. A média de atraso na entrega de empreendimentos no país supera os quatro meses, mas existem casos em que ultrapassa um ano. Entre 2009 e 2011, houve um aumento de 113% no número de queixas no Órgão de Proteção e Defesa do Consumidor (Procon) da cidade de São Paulo, por exemplo.

O que pode ser observado é que para motivar os investidores e aproveitar a demanda do mercado, as construtoras ampliaram sua estrutura (em alguns casos praticamente dobraram de tamanho), porém, de forma descontrolada. Além de cometerem erros estratégicos e realizarem parcerias mal sucedidas, estas empresas enfrentaram o despreparo do nosso mercado: baixa qualificação e escassez de mão de obra, de equipamentos e de insumos, morosidade nos trâmites burocráticos,

² Especulação Imobiliária é a compra ou aquisição de bens imóveis com a finalidade de vendê-los ou alugá-los posteriormente, na expectativa de que seu valor de mercado aumente durante o período de tempo decorrido.

carência de engenheiros e arquitetos experientes ou bem qualificados. O mercado aquecido e extremamente competitivo também exige que os empreendimentos sejam entregues com qualidade em prazos cada vez menores, com isso, importantes fases de seu desenvolvimento ficam comprometidas. Todas estas condições podem ser apontadas como razões para os atrasos nas entregas dos empreendimentos e os sobrecustos das obras, gerando assim os resultados negativos. Mesmo a alta nos valores dos imóveis não conseguiu compensar os prejuízos no canteiro de obras.

Diante deste cenário, as construtoras, de maneira geral, iniciaram um processo de conformação a esta realidade. Reduziram o número de lançamentos e focaram na conclusão de empreendimentos em andamento, além de desconsiderarem, nesse momento, novos planos de expansão. Estas medidas foram fundamentais, porém, outras ações tornam-se necessárias para reverter este quadro pouco promissor. É necessário que estas empresas analisem criticamente seus processos adequando-se a nova conjuntura do mercado, carente de mão de obra especializada, com projetistas, fornecedores e empreiteiros sobrecarregados, excesso de informações, prazos reduzidos e alta competitividade. Além disso, novas exigências legais e socioambientais surgem, como a sustentabilidade e a eficiência energética das edificações³ e demandam também adequações por parte das construtoras na sua maneira de pensar, projetar e construir para manterem-se competitivas e em legalidade.

A construção de um empreendimento imobiliário é precedida por alguns processos e etapas. Em todos eles, diversos agentes estão envolvidos e cada decisão ou ação é determinante para se atingir os resultados previstos. Como principais, pode-se citar o estudo de viabilidade econômica financeira, a aprovação legal do projeto, a elaboração dos projetos executivos, do orçamento e do planejamento (cronograma).

³ Foi publicada em 19 de fevereiro de 2013, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a NBR 15.575 – Desempenho de Edificações Habitacionais. A Norma passa a vigorar no dia 19 de julho de 2013, sendo exigida a partir desta data nos projetos que forem protocolados para aprovação nos órgãos públicos.

As fases preliminares representam a etapa inicial e correspondem ao estudo de viabilidade econômica financeira do negócio e a elaboração dos projetos legais e executivos do produto a ser construído. A necessidade de se iniciar a execução do empreendimento o mais breve possível, dada a redução dos prazos para conclusão das obras, comprometeu diretamente estas fases. Isto implicou em um período menor para o estudo e análise crítica do produto, das soluções executivas e especificações pelo corpo técnico responsável, para a troca e alinhamento de informações entre todos os agentes envolvidos e para a compatibilização de todas as especialidades de projetos. Estudos apontam que as decisões tomadas neste período são as que têm maior capacidade de influenciar o custo final do empreendimento. Dessa forma, é imprescindível que as construtoras também adequem estes processos ao novo panorama.

Entende-se que os resultados negativos obtidos pelas construtoras são consequência de uma série de fatores e condições, já expostos anteriormente, porém, considerando-se a relevância desta etapa para o custo final de um empreendimento, o foco deste trabalho serão os processos desenvolvidos neste período, especificamente aqueles relacionados à elaboração dos projetos legal, executivo e complementares.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo é evidenciar falhas que ocorrem nas fases preliminares de um empreendimento, especificamente nos processos de elaboração e coordenação de projetos legal, executivo e complementares, que geram contratempos na execução da obra, na qualidade do produto final e comprometem seu resultado financeiro. Podem ocorrer como consequência do prazo reduzido para desenvolvimento da etapa e/ou pela ineficácia dos processos.

Para elucidar estas situações e suas consequências, é exposto um estudo de caso referente à execução de um empreendimento da construtora Alpha⁴. As ocorrências verificadas serão analisadas e relacionadas a possíveis falhas no processo de desenvolvimento dos projetos, identificando assim oportunidades de melhoria. A partir dessa análise, este trabalho propõe o aprimoramento desse processo explorando alguns conceitos para elaboração de projetos mais eficientes e sua coordenação, garantir sua efetiva análise crítica e compatibilização bem como a perfeita interface entre as especialidades, com a troca confiável e precisa de informações, desde sua fase inicial. Estes conceitos serão abordados na revisão bibliográfica deste estudo.

⁴ Nome fictício.

3. METODOLOGIA

3.1. Método de pesquisa

De acordo com Gil (1999) as pesquisas para realização de trabalhos científicos e acadêmicos podem ser classificadas em exploratórias, descritivas e explicativas conforme seus objetivos. Este trabalho baseia-se em uma pesquisa exploratória através de método observacional⁵, pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema exposto, tornando-o mais explícito e permitindo o aprimoramento de ideias. Na maioria dos casos, para realização deste tipo de pesquisa são feitas entrevistas com pessoas que possuem experiência no assunto além da análise de exemplos que auxiliem na compreensão do tema e revisão bibliográfica.

A revisão bibliográfica é composta por recursos fornecidos por livros, artigos, dissertações e periódicos científicos, sendo responsável pela definição do processo conceitual da pesquisa, sua fundamentação teórica e a identificação do estágio em que se encontram os conhecimentos acerca do tema investigado. Para este estudo, foram abordados temas relacionados ao conceito de projeto e como torná-lo mais eficiente, às suas fases de elaboração, sua coordenação e compatibilização através de novas ferramentas, como os desenhos paramétricos e o *Building Information Modeling* (BIM).

Para a elucidação do tema deste estudo foi proposto um estudo de caso. Segundo Gil (1999), este método é caracterizado pelo estudo profundo de um ou mais objetos de forma a permitir seu amplo e detalhado conhecimento, além da investigação sobre temas complexos, construção de hipóteses ou reformulação do problema. Assim, a natureza do tema levou à escolha desta estratégia de pesquisa, pois assim foi possível alcançar o objetivo deste estudo: verificar, de forma clara, como as falhas ocorridas na fase de desenvolvimento de projetos comprometeram o

⁵ Coletar informações e observar algo que acontece ou já aconteceu.

andamento da obra e influenciaram no resultado negativo do empreendimento. Posteriormente, ainda foi plausível relacionar os conceitos abordados na revisão bibliográfica à possibilidade de melhoria deste processo.

Os dados para a elaboração do estudo de caso foram coletados através de projetos bem como todas as informações e documentos repassados à obra sobre o empreendimento. Também foram utilizados registros fotográficos do acompanhamento da execução das atividades e relatos de profissionais envolvidos no processo executivo e coordenação dos projetos.

3.2. Estrutura da monografia

Este estudo foi estruturado em sete capítulos descritos a seguir:

O **Capítulo 1** refere-se à introdução ao assunto, apresenta a contextualização do tema e introduz o problema a ser discutido neste trabalho.

O **Capítulo 2** apresenta o objetivo deste estudo, as análises a serem realizadas e as propostas diante dos resultados obtidos.

O **Capítulo 3** explica a metodologia de pesquisa, o embasamento do estudo e a estrutura desta dissertação.

O **Capítulo 4** é composto pelas revisões bibliográficas de assuntos e conceitos relacionados ao tema, pertinentes a este estudo, abordados de forma detalhada. O foco é a fase de desenvolvimento de projetos.

O **Capítulo 5** expõe o estudo de caso; é apresentado o objeto em estudo e as análises detalhadas dos itens abordados para alcançar o objetivo proposto.

O **Capítulo 6** apresenta a análise final do estudo de caso e a conclusão do trabalho.

O **Capítulo 7** cita as referências bibliográficas utilizadas como embasamento para o

desenvolvimento de todo o trabalho.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 A execução de um empreendimento imobiliário – as fases preliminares

Nas fases preliminares de um empreendimento são realizadas basicamente três etapas: a definição do produto, estudo de viabilidade econômica financeira e a elaboração dos projetos. O estudo de mercado define o produto a ser lançado, por exemplo, será um empreendimento comercial? Residencial? Qual o público alvo? Irá oferecer área de lazer, vagas de garagem? Qual será a área das unidades, os ambientes, os acabamentos? A partir destas definições, que visam atender uma demanda verificada, é feito o estudo de viabilidade econômica financeira que validará ou não a proposta. Nesta etapa, estão envolvidos diretamente os investidores, diretorias das empresas e todos os setores que se fizerem necessários. De maneira geral, somente com a conclusão destas etapas inicia-se efetivamente a elaboração dos projetos.

Os gráficos a seguir são baseados em um estudo do *Construction Industry Institute* (CII) e de Fabricio (2002) respectivamente e ilustram a capacidade de influência de cada fase do empreendimento no seu custo final.

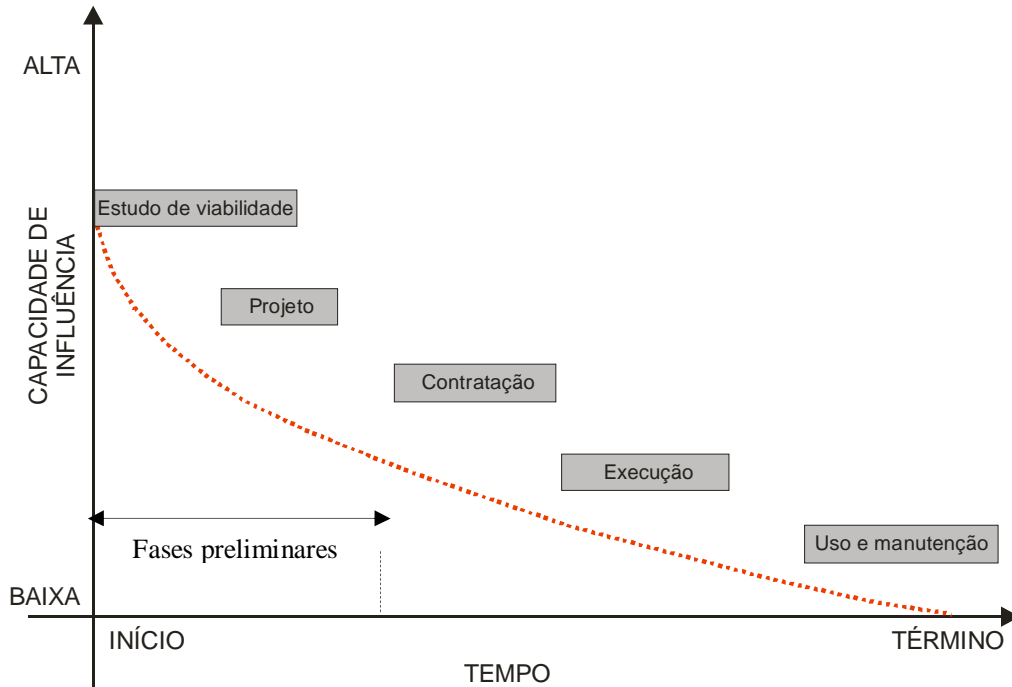


GRÁFICO 1. Capacidade de influência das fases do empreendimento no seu custo final. Fonte: *Construction Industry Institute* (1987).

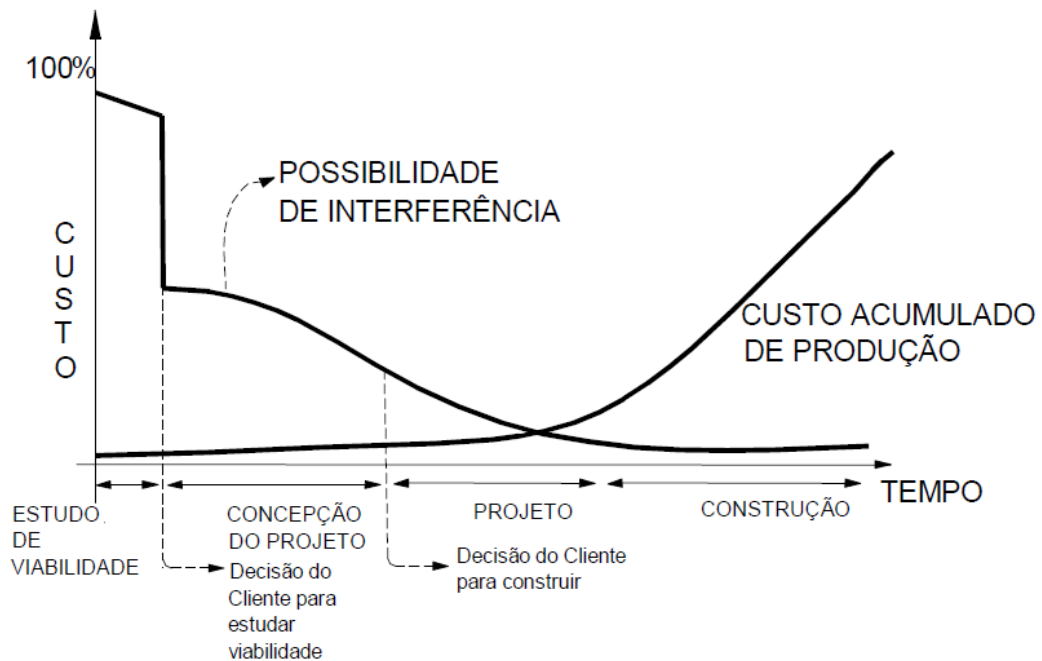


GRÁFICO 2. Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases. Fonte: Fabricio (2002)

Como pode ser observado, as fases preliminares são determinantes para se atingir os resultados esperados para o empreendimento. Porém, com os prazos para seu desenvolvimento cada vez mais reduzidos, uma das etapas mais comprometidas é a de elaboração, desenvolvimento e análise de projetos. Isso pode gerar um impacto negativo para todo o andamento da obra e conseqüentemente resultados fora do previsto.

O gráfico abaixo, baseado no estudo de Barros & Melhado (1993), expõem como o investimento da fase de projetos pode influenciar no custo mensal do empreendimento dentro de seu prazo de desenvolvimento.

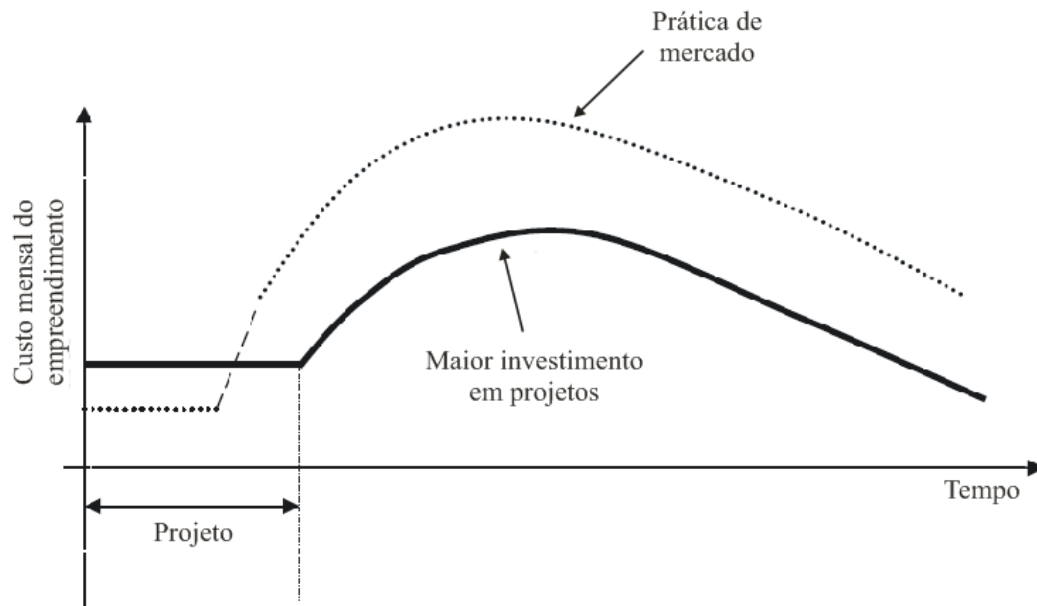


GRÁFICO 3. Relação entre o maior investimento na fase de projeto e o custo mensal do empreendimento. Fonte: Barros & Melhado (1993).

Quando a atividade de projetar é pouco valorizada, os projetos são entregues à obra repletos de erros e lacunas, gerando perda de eficiência nas atividades de execução bem como prejuízo em determinadas características do produto, idealizadas antes de sua construção (Motteu e Cnudde, 1989). O desenvolvimento dos diversos projetos necessários para a construção de uma edificação deve ser visto como um

investimento e não como custo extra, já que é nesta fase que se pode antever dificuldades de execução eliminando retrabalhos posteriores. É possível também avaliar se as soluções técnicas, funcionais e as especificações são adequadas ao produto e ao custo estipulado para o empreendimento. Além disso, pesquisas apontam que a principal origem de patologias nas construções está relacionada com falhas na concepção da edificação, causadas por projetos incompletos ou mal elaborados (mais de 50%).

Infelizmente, no Brasil ainda não existe a cultura de investimento em projetos. Algumas condições contribuem para isto: nesta fase os empreendedores ainda não estão obtendo retorno financeiro, dessa forma, preferem não investir grandes valores nos projetos. Outro aspecto importante e cultural é que se tornou um hábito para os engenheiros de obras lidarem com deficiências de projetos, assim, várias soluções são definidas no canteiro de obras, algumas bastante improvisadas e, muitas vezes, pouco adequadas para a qualidade e funcionalidade do objeto construído. Sabe-se que em países desenvolvidos o tempo destinado ao desenvolvimento de projetos equipara-se ao tempo destinado à execução. Este maior investimento garante a adoção de melhores soluções técnicas e especificações, definição de sequências adequadas de execução, informações concretas e confiáveis, além de prevenir inconsistências e incompatibilidades entre as diferentes especialidades. Consequentemente, consegue-se melhorar o andamento da obra, a qualidade e desempenho do produto bem como o resultado financeiro do empreendimento.

O gráfico a seguir, extraído de um estudo de Mawakdye (1993), aponta a origem de falhas registradas em 378 empresas brasileiras ligadas ao setor da construção civil:

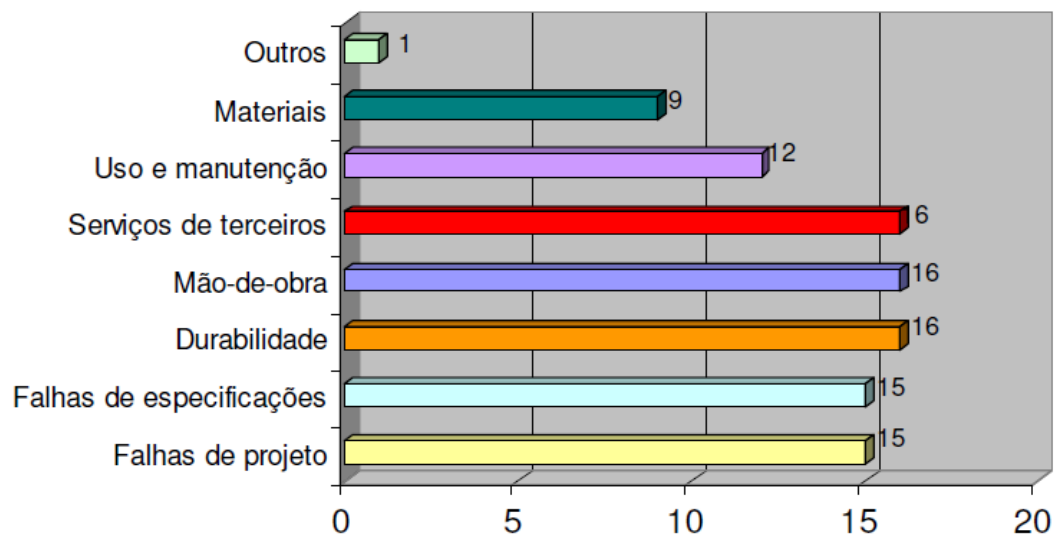


GRÁFICO 4. Percentual da origem das falhas em empresas da construção civil no Brasil. Fonte: Mawakdye (1993).

Apresentado há duas décadas, os dados deste estudo já ilustravam o quanto especificações equivocadas ou inexistentes e as falhas de projetos (totalizando 30%) estão presentes nas empresas da construção civil. Os itens durabilidade e materiais, também com alta porcentagem de falhas (25%), estão também diretamente relacionados às especificações e definições técnicas de projetos, o que aumenta ainda mais essa porcentagem que ilustra deficiências nos processos de projetar.

Para iniciar-se o processo de desenvolvimento de projetos faz-se a contratação dos projetistas conforme especialidades necessárias. A maioria das grandes construtoras não conta com estes profissionais no seu quadro de funcionários, este serviço comumente é terceirizado. Assim, cabe a estas empresas avaliarem os projetos entregues e fazer as adequações entre as disciplinas. Os projetistas precisam de todas as informações referentes ao produto que influenciem direta e indiretamente do seu trabalho. Para isso, é imprescindível que elas sejam compiladas e apresentadas em um documento denominado “escopo de projeto”. Cada empresa tem uma maneira específica para produzi-lo e apresentá-lo, cabe ressaltar que, quanto mais detalhado for, menor o risco de inconsistências ou falhas na elaboração

dos projetos.

4.2 A definição do escopo dos projetos

Conforme o PMBOK⁶ (2012) a definição do escopo corresponde ao detalhamento das necessidades, desejos e expectativas de todas as partes interessadas e não apenas dos patrocinadores, que são analisados e convertidos em requisitos. O nível de detalhe da declaração do escopo do projeto pode determinar a eficácia com que a equipe de gerenciamento de projetos poderá controlar o escopo global do empreendimento. Entre os tópicos que compõem a declaração de escopo detalhada, encontram-se: objetivos do projeto, descrição do escopo do produto, requisitos do projeto, limites, entregas, critérios de aceitação, restrições, premissas, riscos iniciais, especificações do projeto, enfim, todas as informações relevantes para o desenvolvimento e análise dos projetos.

Entendendo sua relevância e a necessidade de desenvolvê-lo de forma precisa e eficaz, o Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo (SECOVI-SP) apresentou os Manuais do Escopo, com o apoio técnico do Sindicato da Indústria de Instalação (SINDINSTALAÇÃO), do Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON) e da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA). Podem ser encontrados os manuais para acústica, arquitetura e urbanismo, coordenação de projetos, impermeabilização, instalações elétricas, luminotécnica, ar condicionado e ventilação, automação e segurança, estrutura, infraestrutura esportiva e instalações hidráulicas.

⁶ O *Project Management Body of Knowledge*, também conhecido como PMBOK® é um conjunto de práticas em gerência de projetos levantado pelo *Project Management Institute* (PMI) e constitui a base da metodologia de gerência de projetos do PMI. Estas práticas são compiladas na forma de um guia, chamado de Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos, ou Guia PMBOK.

O objetivo principal da definição do escopo do projeto é garantir que todas as premissas e definições para a execução do empreendimento e obtenção dos resultados previstos sejam atendidas. Para isso, todas as informações relevantes devem ser precisamente mencionadas. De acordo com Baldwin et al. (1999), a insuficiência de informações durante o processo de desenvolvimento dos projetos acarreta em decisões equivocadas baseadas em suposições por falta de dados consistentes ou comunicação falha entre os participantes do projeto.

4.3 O Projeto

Conceitualmente, projeto se define como um esforço temporário, com a intenção de criar um produto ou serviço exclusivo. É elaborado progressivamente e em etapas, realizado por pessoas, com recursos finitos, sendo submetido a planejamento, execução e controle (*Project Management Institute - PMI, 2004*).

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA, 1992) define que “a palavra projeto significa, genericamente, intento, desígnio, empreendimento e, em sua acepção técnica, um conjunto de ações caracterizadas e quantificadas, necessárias à concretização de um objetivo”.

De acordo com NBR-5670⁷ – Seleção e Contratação de Serviços e Obras de Engenharia e Arquitetura de Natureza Privada, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1977), o projeto é a “definição qualitativa e quantitativa dos atributos técnicos, econômicos e financeiros de um serviço ou obra de engenharia e arquitetura, com base em dados, elementos, informações, estudos, discriminações técnicas, cálculos, desenhos, normas, projeções e disposições especiais”.

Especificamente para edificações, a NBR-13.531 – Elaboração de Projetos de Edificações (ABNT, 1995) define a elaboração de projeto de edificação como a

⁷ Norma Cancelada.

“determinação e representação prévias dos atributos funcionais, formais e técnicos de elementos de edificação a construir, pré-fabricar, a montar, a ampliar, a reduzir, a modificar ou a recuperar, abrangendo os ambientes exteriores e interiores e os projetos de elementos da edificação e das instalações prediais”.

O conceito de projeto deve ser bem compreendido, pois não se trata somente de representações gráficas e memoriais descritivos de materiais, mas de um conjunto de informações, especificações e soluções técnicas bem elaboradas e estudadas, detalhadas, coerentes com o escopo e com o estudo de viabilidade financeira aprovado. É a principal ferramenta orientativa para a execução da obra e, corretamente elaborado, torna-se determinante para a redução do retrabalho e incompatibilidades, para a exposição das soluções técnicas mais adequadas, para o melhor planejamento das sequências de execuções, otimização da produção, eliminação de indefinições e improvisos, respeito ao cronograma e orçamentos determinados bem como garantia da qualidade e melhor desempenho do produto final.

4.4 Os tipos de projetos e suas fases de desenvolvimento

O porte e a complexidade de um empreendimento determinarão os tipos de projetos a serem elaborados. Uma edificação de grande porte, por exemplo, com tecnologia inovadora em suas soluções, pode abranger em torno de cinquenta disciplinas de projetos.

O projeto arquitetônico é o primeiro a ser desenvolvido e servirá de referência para todas as outras especialidades envolvidas. Sua sequência de elaboração é descrita a seguir, referenciada pela NBR13532/1995 – Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura:

Estudo Preliminar: são esboços contendo a concepção plástica, funcional e as premissas estipuladas para o empreendimento. É embasado por todas as informações

(escopo) e condicionantes já definidos. A partir dele são desenvolvidos estudos preliminares dos projetos complementares (instalações, estrutura e todos que se fizerem necessários). Já se utiliza os levantamentos topográfico e planialtimétrico⁸ e estudo geotécnico para sua elaboração. Deve expor de forma sucinta e suficiente a concepção adotada, incluindo indicações das funções, dos usos, das formas, das dimensões, das localizações dos ambientes da edificação bem como quaisquer outras exigências prescritas ou de desempenho, componentes principais dos elementos construtivos e tecnologias recomendadas, soluções gerais e suas vantagens e desvantagens para facilitar sua avaliação. Deve conter a implantação, as plantas dos pavimentos e da cobertura, cortes, elevações, detalhes construtivos. Opcionalmente, podem ser incluídos o memorial descritivo da edificação, perspectivas, maquetes ou outros recursos visuais.

Anteprojeto: é o desenvolvimento do estudo preliminar após sua avaliação e aprovação. Deve expor informações técnicas relativas à edificação (ambientes interiores e exteriores), a todos seus elementos e a seus componentes construtivos considerados relevantes. Deve também apresentar a implantação, plantas de terraplanagem, dos pavimentos e da cobertura, cortes da edificação e de terraplanagem, elevações, detalhes construtivos e memorial descritivo completo.

Projeto Legal: é o projeto a ser apresentado ao órgão público responsável (prefeitura do município) e deve cumprir as exigências das legislações municipal, estadual e federal pertinentes para sua aprovação. Esta se faz pela Prefeitura Municipal a partir do cumprimento de todas as normas e parâmetros determinados para a edificação e seu uso. O HABITE-SE é um documento (Certidão) emitido também por este órgão, após vistoria da edificação construída, que atesta que o imóvel foi executado de acordo com o projeto aprovado. Além disso, para se iniciar a construção, é necessária a emissão de um alvará de construção condicionado também à aprovação do projeto legal. Deve-se também elaborar e aprovar

⁸ Os levantamentos topográfico e planialtimétrico são documentos gráficos que descrevem as características do terreno, apresentando seus limites, logradouros existentes, drenagem natural, medidas planas, ângulos e diferenças de nível – curvas de nível (inclinação).

juntamente ao Corpo de Bombeiros um projeto de proteção e combate a incêndio, cujas exigências variam conforme dimensão e uso do empreendimento. Após conclusão da obra haverá também uma vistoria desta corporação⁹. Estes projetos são desenvolvidos a partir do anteprojeto, da legislação e das normas técnicas da ABNT. Além dos itens apresentados no anteprojeto, deve expor todas as informações necessárias que indiquem o atendimento da legislação através de desenhos em formatos padronizados, relativas, inclusive, à segurança da edificação, às taxas de ocupação do solo, coeficientes de aproveitamento, recuos, etc..

Projeto Executivo: é o “manual” de execução da obra, desenvolvido a partir do anteprojeto e em conformidade com o projeto legal. Além dos desenhos e documentos exigidos para o anteprojeto, deve apresentar plantas, cortes e elevações de ambientes especiais (banheiros, cozinhas, lavatórios, oficinas, lavanderias e outros que se fizerem necessários), detalhes (plantas, cortes, elevações e perspectivas) de elementos da edificação e de seus componentes construtivos (portas, janelas, bancadas, grades, forros, beirais, parapeitos, pisos, revestimentos e suas interfaces, impermeabilizações e proteções).

Além do projeto arquitetônico são necessários os projetos complementares para a execução de uma edificação e, como dito, sua complexidade determinará o número de especialidades que deverão estar envolvidas. Conforme a norma NBR-12722 (1992) - Discriminação de serviços para construção de edifícios, da ABNT, pode-se citar os seguintes projetos:

Projeto geotécnico: Consiste na orientação (análise, cálculo e indicação de métodos de execução) relativa à mecânica dos solos e obras de terra, desmonte e escavação, rebaixamento de lençol d’água subterrâneo, aterros, reaterros, estabilidade de taludes naturais e artificiais, escoramento, arrimo e ancoragens do

⁹ O Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (A. V. C. B.) é o documento emitido pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar certificando que, durante a vistoria, a edificação possuía as condições de segurança contra incêndio (conjunto de medidas estruturais, técnicas e organizacionais integradas para garantir a edificação um nível ótimo de proteção no segmento de segurança contra incêndios e pânico), previstas pela legislação e constantes no processo.

próprio terreno, e/ou de terreno vizinho ou logradouro, drenagem superficial e profunda, injeções no terreno. Deve abranger também especificações sobre as fundações indicando a escolha do tipo, a cota de assentamento (caso de fundação rasa ou especial), comprimento dos elementos (caso de fundação profunda ou especial) e taxas e cargas admissíveis pelo terreno.

Projeto estrutural: elaborado a partir das prescrições das seguintes normas: NBR 5732, NBR 5733, NBR 6118, NBR 6119, NBR 6120, NBR 6122, NBR 7187, NBR 7190, NBR 7191, NBR 7197, NBR 7211, NBR 7480 e NBR 8800. Além destas, devem ser usadas todas as outras que vierem a estabelecer quaisquer outras prescrições para estruturas. Deve atender a todas as indicações do projeto arquitetônico, ressaltando, entretanto, a exequibilidade técnica da estrutura. No caso de se tratar de uma estrutura em concreto armado, o projeto deve apresentar a locação e carga nos pilares da fundação, características dos materiais empregados, plantas de formas e detalhes de armação de todos seus elementos. Devem também constar as indicações de qualidade do concreto (resistência) e qualidade dos aços empregados, tipos de acabamentos especiais constantes do projeto arquitetônico (concreto aparente, liso ou aplicado, etc), contraflecha e sobrecargas especiais, qualquer outra indicação que torne mais claro o projeto e as limitações de uso.

Projetos de instalações

Projeto das instalações elétricas de baixa tensão: deve ser executado de acordo com as normas e padrões exigidos pelas empresas concessionárias ou repartições públicas competentes, bem como com as prescrições das seguintes normas: NBR 5354, NBR 5355, NBR 5410, NBR 5411 e NBR 5413. Precisa atender a todas as indicações do projeto arquitetônico e deve se entrosar perfeitamente com o projeto estrutural, compreendendo em seu conjunto, os seguintes projetos parciais: luz, força, telefone, campainha, intercomunicação, para-raios, sinalização, radiotelevisão (antenas coletivas).

Projeto das instalações hidráulicas e de gás: executado de acordo com as normas e padrões exigidos pelas repartições públicas competentes, as empresas concessionárias e as seguintes normas: NBR 5626 e NBR 7198. Deve atender as indicações do projeto arquitetônico e deve se entrosar perfeitamente com o projeto estrutural. O projeto deve apresentar plantas de todos os pavimentos com a localização dos aparelhos de consumo, todas as colunas e redes horizontais de distribuição, incêndio, registros e válvulas, equipamentos de recalque, reservatórios, barrilete, medidores, dimensionamento de todas as tubulações, previsões para alimentação de equipamentos especiais, qualquer outra indicação ou detalhe que se fizer necessária ao completo entendimento do projeto e perfeita execução da instalação.

Projeto das instalações sanitárias e pluviais: deve ser executado de acordo com as normas e padrões exigidos pelas repartições públicas competentes, bem como com as prescrições das seguintes normas: NBR 7229, NBR 8160 e NBR 9814 e deve atender a todas as indicações do projeto arquitetônico, se entrosando perfeitamente com o projeto estrutural. Deve apresentar plantas de todos os pavimentos com as indicações de todos os elementos que compõem o projeto, detalhes necessários à sua execução, e garantir o funcionamento da edificação conforme normas.

Instalações especiais: são projetos que se fazem necessários dependendo da demanda ou complexidade da edificação, dentre eles pode-se citar o projeto das instalações de ar-condicionado e ventilação mecânica, o projeto de fachada, de impermeabilização, de tratamento acústico e térmico, calefação, telecomunicações, sistema de proteção e combate a incêndio, sistema elétrico de alta tensão (acima de 600 V), abastecimento de água, tratamento de esgotos e resíduos industriais, tratamento de lixo, alarme e segurança, ar comprimido, oxigênio, gás industrial, tanque d'água, decoração.

4.5 O processo de desenvolvimento de projetos

Pode-se considerar que o processo de desenvolvimento de projetos inicia-se simultaneamente ao estudo de viabilidade financeira e definição do produto, quando são determinadas as características, o custo estimado, as concepções estética e funcional do empreendimento, uma vez que estas informações serão as premissas para toda a sequência de atividades de projeto. O processo pode ser descrito como um conjunto de atividades sequenciais e/ou simultâneas desempenhadas por diversos agentes, dentre eles o cliente, os projetistas, os fornecedores, os investidores, os construtores, consultores, etc., com o objetivo de elaborar desenhos e documentos técnicos para execução da obra. É embasado por um grande volume de dados e informações que precisam ser regularmente analisados, compilados e devidamente distribuídos de forma coordenada e seletiva para torná-lo eficiente.

4.5.1 Breve histórico

Conforme relato de Graziano (2003), a partir da década de 1960, diante de uma grande demanda imobiliária, começaram a surgir os escritórios especializados em arquitetura, estrutura e instalações, formados por profissionais que anteriormente trabalhavam de forma conjunta dentro de empresas que projetavam e construíam e, portanto, de certa forma coordenavam o desenvolvimento dos seus trabalhos. Esta forma de trabalhar apresentava resultados satisfatórios, pois as equipes estavam habituadas com as práticas de construção e com os requerimentos das demais especialidades de projetos, o desenvolvimento era de certa maneira integrado. Além disso, até a década de 1950, o processo de projetar era uma atividade mais integrada à realidade da época e mais intimamente ligada à tecnologia existente nas empresas de construção. Dessa forma, os produtos desenvolvidos estavam mais adequados e em conformidade com a obra.

Diante desta nova condição do mercado, os projetistas e construtores se distanciaram o que ocasionou perdas na eficiência dos projetos e elevou os índices de desperdícios e retrabalhos. Construtores desinteressaram-se pelo processo de projetar e pelas técnicas de construir, voltando-se para o empreendedorismo, reduzindo-se o foco na construção.

Na década de 1980, as empresas compreenderam a necessidade de compatibilização dos projetos dada esta separação, surgindo equipes internas e/ou contratadas para execução desta atividade e sua coordenação, acarretando no aumento dos custos indiretos dos projetos. Intensificaram-se as reuniões entre os projetistas para compatibilizações e a necessidade de maior dedicação à análise dos projetos.

A década de 1990 é marcada pelo início da utilização da informática para desenvolvimento dos projetos. Surgem também os movimentos para maior qualidade e produtividade da construção uma vez que as empresas construtoras se veem ameaçadas pela internacionalização da economia. Inicia-se também um período de maior preocupação com a qualidade da construção, os sindicatos se organizaram e criaram grupos de debate, estudos, parâmetros e avaliação.

Nos dias de hoje, observa-se que, apesar dos grandes avanços tecnológicos nos processos de projetar e construir, muitas barreiras ainda comprometem estas atividades. Buscam-se assim, recursos e ferramentas que as minimizem, através de novos instrumentos baseados na tecnologia da informação, qualificação de equipes e gerenciamento de informações.

4.6 Elaboração dos Instrumentos de Marketing e Divulgação

Quando um empreendimento é lançado no mercado por uma construtora ou incorporadora, são definidas as estratégias para sua divulgação. Podem ser utilizados diversos recursos de marketing e publicidade, dentre eles *folders*, encartes, mídias digitais, *websites*, maquetes, apartamento modelo decorado, como

os principais. Usualmente, estas empresas contam com um setor de comunicação e marketing, mas este trabalho também é terceirizado e somente coordenado pela empresa.

Muitos clientes baseiam sua escolha por um imóvel nas imagens e informações contidas nestes materiais. Dessa forma, é imprescindível que todo instrumento usado para divulgação seja analisado e conferido pela coordenação de projetos com base no estudo de viabilidade, definição do produto e projeto legal. Muitas vezes, os projetos ainda não estão nem na fase de estudo preliminar e estes materiais já estão sendo produzidos e utilizados para divulgação, dada a necessidade de se apressar o lançamento e comercialização do empreendimento conforme já mencionado neste trabalho. Reforça-se assim, a importância de se envolver toda a equipe de projeto desde essa etapa para que seja iniciada a análise e garantida a conformidade destes materiais com os projetos.

No momento da entrega do empreendimento, o proprietário, de posse deste material, pode questionar itens em desacordo com o apresentado e usá-lo como um documento legítimo para pleitear legalmente adequações, sob a alegação de propaganda enganosa para venda. Às vezes, estas situações podem se fazer presentes não por uma conduta antiética da construtora, mas por falhas no processo de gerenciamento de informações. Para se evitar este tipo de contratempo, devem estar em perfeita concordância todos os itens a seguir:

- Material publicitário: *folders*, encartes, *websites*, mídias digitais;
- Maquetes;
- Apartamento modelo decorado: Este instrumento de vendas tornou-se uma prática comum e eficiente para cativar clientes, que visualizam como o imóvel será quando pronto e ainda valorizado pelos recursos de decoração. Neste caso, e nos dois itens anteriores, deve-se ressaltar claramente o que de fato será entregue ao proprietário.

- Contrato de compra e venda e Memorial Descritivo: nestes documentos devem estar explicitadas todas as informações referentes ao que será oferecido no empreendimento, tanto nas unidades autônomas como nas áreas comuns, dimensões de cômodos e tolerâncias, materiais de acabamentos, sistema construtivo, tipos de instalações e previsões, existência e localização de vagas de garagem e box de despejo, enfim, quaisquer dados relevantes sobre o imóvel. É prudente também que a construtora mencione a possibilidade de alterações nas especificações de materiais e o uso de similares caso isso seja uma prática adotada. Estes documentos devem ser produzidos com a orientação do setor jurídico das empresas ou de consultorias.
- Projeto legal aprovado: o produto construído deve obedecer aos parâmetros definidos neste documento. Algumas construtoras têm como prática acrescentar elementos após a vistoria da prefeitura e obtenção da certidão de baixa do Habite-se, como exemplo, fechamentos de ambientes, criação de novos cômodos, etc. Esta prática é ilegal, pois caracteriza acréscimo de área líquida construída ultrapassando na maioria das vezes o coeficiente de aproveitamento determinado para o empreendimento. Caso o produto oferecido leve em conta estas modificações futuras, a empresa pode enfrentar sérios processos jurídicos.
- Projetos Executivo e Complementares: responsáveis por transmitir as informações à obra.

A eficiência neste procedimento, condicionada a sua execução desde a concepção do empreendimento garante que o produto comercializado estará de acordo com o projeto legal e com o objeto construído, favorecendo uma relação de confiança e harmonia com o cliente. O gerenciamento, análise e compatibilização dessas informações devem ser centralizados mantendo a fonte dos dados única e confiável.

4.7 A análise crítica dos projetos

A compatibilização de projetos é uma ferramenta fundamental para garantir a conformidade entre as diferentes especialidades e deve ser acompanhada pela análise crítica, outro instrumento importante para avaliar os projetos. Ela consiste basicamente na avaliação das soluções estéticas, funcionais, construtivas, tecnológicas e das especificações indicadas, verificação da adequação aos aspectos legais, sua coerência ao produto oferecido e sua construtibilidade. Isto é, esta análise tem como foco atender à proposta do empreendimento através de práticas executivas mais adequadas, visando a qualidade do produto final, o cumprimento do prazo estipulado e do orçamento. Por isso, deve ser realizada por uma equipe multidisciplinar, incluindo engenheiros de produção (obra) desde a etapa de concepção do produto e estudos preliminares de projetos.

Vale ressaltar que as empresas comumente contam com equipes que teoricamente realizam esta análise dos projetos desenvolvidos. Porém, algumas condutas tornam o processo ineficaz, dentre elas:

- Profissionais com qualificação restrita à uma especialidade sendo responsáveis por avaliar soluções fora de sua competência;
- Desintegração no processo, não envolvendo todos os profissionais necessários para uma análise eficaz;
- Prazo reduzido ou equipe sobrecarregada (muitas vezes as equipes são responsáveis pela análise de vários empreendimentos simultaneamente);
- Não envolvimento do setor de suprimentos e fornecedores para checar a viabilidade das especificações;
- Pouca ou nenhuma participação da equipe da obra (representada por seu gestor ou engenheiro);

- Inexistência de banco de dados com o histórico de práticas adotadas em outros empreendimentos;
- Gerenciamento de informações ineficaz.

4.8 A Compatibilização de Projetos

Em pesquisa na literatura, observa-se que não existe um consenso entre os autores sobre o conceito de compatibilização de projetos, porém são identificados aspectos comuns: a compatibilização de projetos caracteriza-se por uma atividade de gerenciamento que busca a integração e harmonia entre as especialidades. Tem como principal fundamento a verificação de possíveis inconsistências ou interferências entre os projetos, de maneira sistêmica, indicando a necessidade de adequações para a equalização e perfeito ajuste entre as disciplinas. Deve integrar as soluções e tornar confiável e eficiente o compartilhamento de informações. É fundamental que ocorra em todas as etapas de desenvolvimento dos projetos, desde a concepção e estudos preliminares, se tornando uma atividade intrínseca do processo. Tem como principais objetivos:

- Simplificar a execução da obra e reduzir seu prazo;
- Garantir a qualidade do produto final;
- Checar a conformidade na aplicação das informações pertinentes (escopo, viabilidade financeira, soluções e especificações de projetistas)
- Antever eventuais contratemplos, minimizar conflitos, improvisações, desperdícios e retrabalhos durante obra, que geralmente resultam em custos adicionais e atrasos no cronograma.

De acordo com Callegari (2007), quando realizada durante a elaboração dos projetos, a compatibilização permite a retroalimentação das etapas, corrigindo e

propondo novas soluções com o aumento de eficiência no processo. Assim, o desenvolvimento de futuros projetos terá uma redução de incertezas construtivas. A análise das incompatibilidades entre os projetos possibilita a melhoria da qualidade do processo e a adoção de ações corretivas para o aperfeiçoamento das soluções adotadas.

As incompatibilidades entre os diversos projetos usualmente são decorrentes dos fluxos ineficientes de informação dentro de uma atividade multidisciplinar. Dessa forma, pode-se afirmar que o maior ou menor grau de confiabilidade neste processo é diretamente proporcional à habilidade do gerenciamento dos agentes envolvidos e da troca de dados eficiente desde a concepção do empreendimento.

Como já mencionado, os erros ocasionados por falhas de projeto fazem parte da rotina da maioria das construtoras e, normalmente, só são descobertos durante a execução da obra. Entende-se que esta situação é favorecida pela segmentação no processo de desenvolvimento de projetos e sua desintegração com a execução. Segundo Grilo et al. (2000), esta realidade é uma característica marcante do desenvolvimento de projetos de edifícios condicionada pela incipiência da coordenação dos agentes envolvidos no processo e sua desintegração com os sistemas de produção das construtoras. Isto potencializa o surgimento de contratemplos no andamento da obra, tais como a falta de construtibilidade dos projetos, elevado índice de patologias e comprometimento do desempenho das edificações durante sua utilização. Junto à análise crítica, a compatibilização dos projetos é um procedimento importante para garantir a construtibilidade e a racionalização construtiva, conceitos fundamentais para integração do projeto e obra com o objetivo de tornar o processo executivo mais produtivo, eficiente e econômico.

4.9 A Racionalização do Projeto

Como já mencionado neste estudo, as definições realizadas nas fases preliminares do empreendimento são determinantes para seu custo. Para que as construtoras obtenham sucesso em sua adequação ao novo cenário da construção, as mudanças nos processos de análise e desenvolvimento de projetos devem ser acompanhadas por uma melhoria contínua nestes instrumentos. O projeto deve ser enxergado não somente como uma ferramenta, mas como um processo sistêmico, uma vez que seu papel não se encerra quando da conclusão dos desenhos e documentos técnicos. Sua análise deve prosseguir durante o andamento da obra para possibilitar a criação de um histórico das práticas construtivas, enfim, retroalimentar o sistema. Isso permite criar um banco de dados com as melhores e mais eficientes práticas e aquelas que devem ser desconsideradas em diante.

Um conceito importante que visa o aprimoramento dos projetos é a racionalização construtiva e pode ser definido como um conjunto de práticas a ser implementado no sistema de produção caracterizadas pela padronização, simplificação e otimização dos projetos, atividades e recursos. De acordo com Souza (1996), o principal objetivo da racionalização construtiva é a redução no prazo de execução das obras e eficiência no processo de produção através de responsabilidades bem definidas, eliminando as subjetividades e os retrabalhos. Sua aplicação pode trazer vantagens significativas para o desempenho, custo ou qualidade das atividades de construção e conseqüentemente para o produto final.

A adoção da padronização de procedimentos permite a detecção de falhas mais facilmente, pois cria atividades repetitivas. Isso possibilita a eliminação de desperdícios e retrabalhos, melhor avaliação das soluções propostas garantindo um produto com maior qualidade. A simplificação do projeto com a utilização de peças pré-fabricadas, por exemplo, torna a obra mais fácil de ser executada, levando em conta a praticidade no construir.

Griffith (1986), aponta cinco princípios de racionalização na fase de projeto:

- Construir numa mesma sequência;
- Reduzir o número de operações na construção;
- Simplificar o projeto dos elementos;
- Padronizar os componentes da construção;
- Coordenar dimensionalmente os materiais.

Também segundo Souza (1998), as operações do processo de execução, os tipos de serviços, as dependências entre as atividades, o transporte e circulação de materiais no canteiro de obras, a quantidade e habilidade necessária de mão de obra devem ser pensadas nas fases de projeto objetivando uma continuidade da execução.

Para que as propostas de racionalização sejam eficazes é preciso avaliar sua construtibilidade e desempenho, isto é, as soluções apresentadas no projeto devem refletir exatamente como a obra deverá ser executada, as inconsistências e incompatibilidades devem ser solucionadas antes do início da execução. Os projetos de edificações devem ser eficientes não somente para as atividades diretamente produtivas, mas levar em consideração também os fluxos de produção (tempos de espera, transporte, inspeção, retrabalho, especificações de projeto que impliquem em tarefas desnecessárias, etc.). Dessa forma, podem minimizar o efeito dessas tarefas existentes no canteiro, mas que não agregam valor ao produto final (princípio da construção enxuta).

4.10 A Construtibilidade do Projeto

O conceito de Construtibilidade surgiu na década de 1980 nos Estados Unidos (Constructability) e no Reino Unido (Buildability), a partir da constatação de que os problemas ocorridos em obras eram ocasionados, na maioria das vezes, pela falta de integração entre as atividades de projeto e as atividades de execução. É sabido que

grande parte desses contratempos poderia ser evitada se os projetistas conhecessem melhor o processo de produção e as condições do canteiro de obras. No entanto, o processo construtivo de edificações, em grande parte das empresas é caracterizado por uma atividade de projeto sequencial e restrita ao escritório, sendo voltada basicamente ao produto e não à sua construção. Mesmo que exista a compatibilização dos projetos, esta situação condiciona as decisões sobre a execução com a obra em andamento, muitas vezes, de forma improvisada ou subjetiva, comprometendo significativamente o potencial de racionalização que poderia ser empregado no empreendimento.

De acordo com o *Construction Industry Institute* (1987), a construtibilidade seria “o uso otimizado do conhecimento das técnicas construtivas e da experiência nas áreas de planejamento, projeto, contratação e operação em campo para se atingir os objetivos globais do empreendimento”. Pode-se dizer que o princípio fundamental da construtibilidade é procurar adequar o projeto à realidade da sua futura construção, envolvendo as etapas de concepção, planejamento, projeto e execução da obra. Dessa forma, enfatiza a importância desta interrelação, alinhando o conhecimento e a experiência em execução de edificações com a elaboração dos projetos.

A seguir, são apresentados os princípios da construtibilidade de acordo com a *Construction Industry – EUA* (1993):

- Integração: a construtibilidade deve estar presente no planejamento das atividades do empreendimento;
- Conhecimento executivo: a elaboração dos projetos deve envolver o conhecimento técnico em execução da construção;
- Objetivos corporativos: é fundamental que a equipe do empreendimento tenha completo entendimento dos objetivos da empresa e do cliente;

- Recursos disponíveis: as soluções propostas (tecnologia) nos projetos devem ser compatíveis com os recursos disponíveis;
- Fatores externos: avaliar os riscos e fatores externos que podem comprometer o custo e cronograma do empreendimento;
- Programa: o escopo do empreendimento deve ser realista e adequado à construção, a equipe do empreendimento deve estar de acordo com as informações;
- Metodologia construtiva: os projetos devem considerar as metodologias construtivas;
- Acessibilidade: a construtibilidade será potencializada se forem considerados a logística e os estágios de construção do empreendimento;
- Especificações: devem ser analisadas buscando a eficiência construtiva;
- Inovação: técnicas construtivas inovadoras podem aumentar a construtibilidade;
- Retroalimentação: é fundamental que se realize uma análise após a conclusão da obra para criar um banco de dados a ser usado em empreendimentos futuros.

Além disso, é possível citar alguns conceitos da construtibilidade que podem ser vistos como instrumentos para racionalização de projetos:

- Integração projeto e produção;
- Integração entre as diferentes especialidades de projetos;
- Comunicação assertiva;
- Planejamento e programação orientados às necessidades da construção;
- Simplificação dos projetos;

- Padronização e repetição de soluções de projeto;
- Modulação e pré-montagens, para reduzir custos e prazos;
- Maior acessibilidade de mão de obra, materiais e equipamentos;
- Projeto orientado para condições ambientais adversas;
- As especificações devem envolver materiais e métodos construtivos simples de serem executados.

Estes instrumentos visam garantir a simplificação do projeto facilitando sua execução, precisão e eficácia na transmissão das informações, maximizar o uso dos recursos disponíveis e gerenciar de forma mais eficiente as atividades do canteiro de obras.

É importante ressaltar que o desenvolvimento de projetos com base nos princípios da racionalização construtiva e da construtibilidade demandam a adoção de alguns procedimentos:

- Integração das fases de projeto e produção através da comunicação eficiente entre os projetistas das diversas especialidades bem como da equipe da obra criando assim uma equipe multidisciplinar;
- Implementar reuniões regulares com a participação da equipe formalizando as decisões e definições e garantindo a troca de informações pertinentes;
- Instituir a função de coordenador de projetos para gerenciar todo o processo de desenvolvimento dos projetos;
- Formalizar o processo de projeto, criando parâmetros, indicadores e um banco de dados para registro das alterações realizadas em obra e para qualificação de projetistas;

- Descentralizar a tomada de decisões e incumbir à equipe multidisciplinar esta responsabilidade, de maneira conjunta e consensual.

4.11 O Detalhamento dos Projetos

Os projetos executivos e complementares são caracterizados por conter as informações necessárias para a construção do empreendimento. Para serem eficientes, é fundamental que apresentem detalhes das soluções propostas, isto é, ampliações que propiciem a visualização e perfeita compreensão de seus elementos.

Normalmente, os projetos são realizados em um escala gráfica que permite o entendimento do conjunto, do todo. Os detalhes explicitam as minúcias, as especificidades das soluções e sua maneira precisa de execução. É importante ressaltar que nestas ampliações devem ser apresentadas explicações detalhadas e dados que permitam sua total compreensão. Encaixes, interfaces, tipos de materiais, sequências executivas, dimensões, acabamentos, soluções construtivas, paginações, locações de pontos elétricos, hidráulicos e quaisquer outros elementos, especificações, enfim, todas essas informações fazem parte do detalhamento.

Atualmente, uma das falhas mais frequentes observadas nos projetos é a apresentação de detalhes superficiais e ineficientes. Seja por insuficiência técnica dos projetistas, pela falta de conhecimento das demandas da obra ou pela grande demanda do mercado, sobrecarregando constantemente estes profissionais, cada vez mais os projetos apresentam lacunas, incertezas e imprecisão nos desenhos e documentos técnicos. Pode-se constatar que a redução no prazo para elaboração dos seus trabalhos também impossibilita que os projetistas analisem detalhadamente suas criações, isto é, o projeto é produzido e precisa ser encaminhado imediatamente à obra.

A coordenação de projetos das construtoras, quando eficiente, deve questionar os projetistas e garantir que todos os projetos entregues sejam suficientes e adequados para a execução. Destaca-se assim, mais uma vez, a importância da integração da equipe de projetos e obra desde o início do processo, para que haja sua contribuição na análise. Comumente, projetos incompletos e com propostas questionáveis são disponibilizados à execução. Cabe à equipe da obra avaliar e propor soluções no local com as atividades já em andamento. Esta situação é totalmente desfavorável quando se busca a utilização das melhores práticas construtivas e racionalização da construção; soluções de última hora ou improvisações geralmente acarretam em sobrecustos, desperdícios, retrabalhos, atrasos podendo ainda comprometer a qualidade e o desempenho do produto final.

4.12 A Coordenação de Projetos

A série de resultados negativos determinou mudanças nas estratégias das construtoras e as obrigou a rever seus processos para manterem-se competitivas. Uma das condições para reversão deste quadro desfavorável é o investimento na fase de projeto. Como mencionado, a partir de projetos mais eficientes, racionalização e construtibilidade, busca-se obter melhores soluções técnicas e especificações a um menor custo, a padronização na execução, a redução do retrabalho, do desperdício de materiais e do prazo de conclusão da obra.

Dentre as falhas mais observadas nos projetos pode-se citar: desenhos incompletos, incompatibilidade e conflitos entre as especialidades, inconsistência nas informações, erros na especificação de materiais, soluções técnicas inapropriadas ou pouco eficientes, detalhamentos inexistentes ou superficiais, representação gráfica confusa, falta de padronização e de construtibilidade.

Além disso, percebe-se a falta de integração entre os responsáveis pela elaboração dos projetos e seus executores (obra) impossibilitando a análise das soluções desde

as fases iniciais de desenvolvimento. A maior parte das falhas dos projetos só é percebida durante sua execução o que potencializa os prejuízos. O envolvimento destes agentes desde o princípio do processo, bem como dos setores de suprimentos e planejamento das construtoras, pode melhorar a análise das propostas e viabilizar a utilização de novas tecnologias construtivas, avaliar o fornecimento e disponibilidade de materiais especificados, a necessidade de serviços especializados, o prazo para execução de cada atividade e o nível de detalhamento de cada solução.

O conceito da construtibilidade prega a integração nos processos de projetar e executar como fundamental, mas existe também uma segmentação durante o desenvolvimento das diferentes especialidades de projetos, isto é, cada projetista desenvolve seu trabalho separadamente para em uma fase posterior ser feita a compatibilização das propostas. A complexidade, especificidade e dimensão dos projetos atualmente contribuem para este afastamento e dificilmente esta situação será revertida. O fato de os projetistas terem somente um vínculo comercial temporário com as construtoras também contribui para esta desintegração, dificultando a criação de uma identidade e padronizações entre os envolvidos. Algumas construtoras já investem em sistemas de parcerias com projetistas e fornecedores, com contratos diferenciados, visando criar vínculos para facilitar os processos de negociação e padronizações conforme interesse da empresa.

Diante do exposto, fica evidenciada a necessidade de se criar condições e instrumentos que permitam e favoreçam a interface entre estes profissionais desde a concepção e estudos preliminares dos projetos, para que, desde o princípio deste processo multidisciplinar, exista a troca e alinhamento de informações entre as especialidades. É necessário também a colaboração e integração de outros agentes além dos projetistas, dentre eles o cliente, os fornecedores, os investidores, os construtores, consultores, etc.. Todos eles têm interesses e participações distintas, com demandas e contribuições fundamentais. Assim, torna-se imprescindível a organização, coordenação e o gerenciamento deste processo.

Nesse contexto, surge a demanda por um profissional fundamental para garantir seu melhor funcionamento: o coordenador de projetos. De acordo com Neves e Formoso (2003), o coordenador de projetos é um profissional que deve possuir um amplo conhecimento multidisciplinar, incluindo execução de obra, elevada capacidade de gerenciar o processo e integrar os profissionais das equipes de projeto e seus trabalhos. Além disso, precisa ter competência para liderar a equipe, flexibilidade, autonomia e visão estratégica. Este profissional torna-se então responsável pela integração e gerenciamento das diversas especialidades de projetos, pelas estratégias de análise crítica, compatibilização e conciliação de conflitos entre as disciplinas, concordância com a viabilidade financeira, controle e determinação de prazos de entregas, condução das reuniões entre os agentes e, principalmente, gestão das informações e dados. Para auxiliar neste trabalho, existe disponível no mercado uma série de sistemas colaborativos (softwares) seja para a criação dos projetos e banco de dados bem como para o planejamento físico e financeiro da obra (serão apresentados posteriormente neste trabalho alguns exemplos).

A figura 1 ilustra a relação entre o coordenador de projetos e os agentes envolvidos:

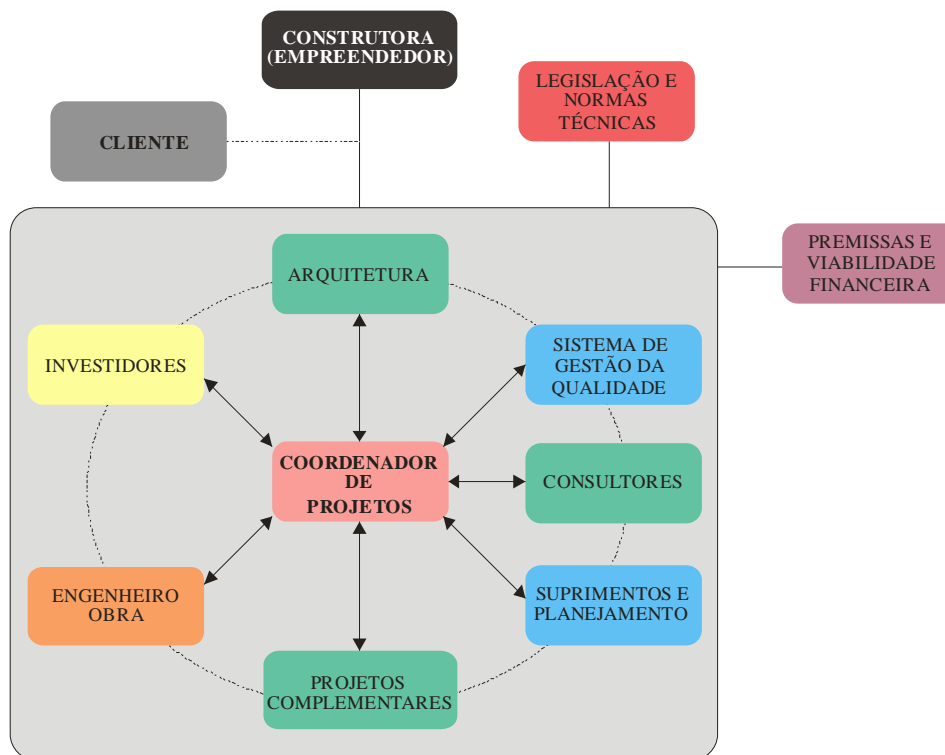


FIGURA 1. Esquema de integração entre os agentes e especialidades, centralizado na figura do coordenador, compondo o processo de desenvolvimento de projetos.

Através da coordenação de projetos algumas falhas comuns no processo podem ser evitadas com a melhoria de alguns procedimentos:

- Criação de metodologias adequadas para melhor interpretação das necessidades dos clientes e investidores;
- Redução do retrabalho no processo de desenvolvimento dos projetos resultante da falta de coordenação efetiva entre os agentes do processo e o fluxo de informações;
- Formalização, controle e divulgação das decisões do processo;
- Elaboração de um sistema eficaz e confiável de troca de informações entre os envolvidos;

- Melhor entendimento e atendimento das normas e leis pertinentes;
- Atualização de dados;
- Integração entre projeto e produção.

E para garantir sua eficiência, algumas ações devem ser incorporadas ao processo, como:

- Estreitar a relação entre o projeto e o canteiro, através da participação do engenheiro da obra nas fases de definição dos projetos;
- Manter um banco de dados atualizado com informações sobre materiais, fornecedores, manutenções solicitadas após a entrega da obra, soluções ineficientes;
- Incluir a participação de todos os projetistas nas fases de concepção e desenvolvimento dos projetos;
- Determinar um líder com conhecimento multidisciplinar para a coordenação além de contar com o apoio de engenheiros de obras, compradores, planejadores e orçamentistas da empresa sempre que se fizer necessário para embasar decisões. Consultores também devem ser considerados;
- Compatibilizar os projetos desde os estudos preliminares eliminando as inconsistências desde as fases iniciais;
- Buscar parcerias com fabricantes, fornecedores, projetistas, etc, para melhorar os vínculos com a empresa e conhecer novas tecnologias e materiais.

Entende-se que, quanto maiores os esforços dedicados ao processo de elaboração dos projetos e, principalmente, seu desenvolvimento integrado e/ou simultâneo, menor será o tempo e dedicação necessários para sua compatibilização, além de se reduzir consideravelmente o risco de inconsistências entre eles.

Além disso, sob a ótica da construtibilidade o coordenador pode ainda desempenhar ações que contribuam para o processo:

- Estabelecer junto aos responsáveis pelo empreendimento os requisitos e planos globais de construtibilidade;
- Informar aos demais participantes os requisitos de construtibilidade;
- Garantir a retroalimentação do banco de dados com as informações e resultados de desempenho dos empreendimentos já executados, realizando sua análise;
- Analisar as soluções de projeto junto aos projetistas e cliente, avaliando as melhores práticas para cada situação;
- Identificar, informar a todos os interessados e monitorar as restrições de projeto (custo, prazo, intempéries, materiais, componentes, mão de obra);
- Identificar os níveis de complexidade dos sistemas prediais;
- Verificar as interfaces entre materiais e elementos construtivos;
- Identificar as sequências de execução de atividades mais adequadas e sua complexidade, considerando possíveis tolerâncias.

4.13 Engenharia Simultânea

A origem do conceito de Engenharia Simultânea ou *Concurrent Engineering* está na sistemática demonstrada pelo documento *The Role of Concurrent Engineering in Weapons Acquisition*, do *Institute of Defense Analysis (IDA)*, de 1986. Nele, é apresentada uma proposta para integração do processo produtivo envolvendo todos os projetos relacionados, sua execução e assistência, contemplando todo o ciclo de vida do produto, desde sua concepção à venda, e considerando os requisitos de qualidade, custo, prazo e necessidades dos usuários. Conforme Fabrício (2002),

empresas japonesas do setor automobilístico já apresentavam desde a década de 70 características da Engenharia Simultânea, com a adoção de equipes multidisciplinares para desenvolvimento dos produtos.

De maneira geral, o conceito de Engenharia Simultânea voltada para a construção civil consiste no desenvolvimento integrado e simultâneo dos projetos, envolvendo precocemente profissionais de diferentes especialidades em todo ciclo de vida do projeto, da concepção ao descarte, com o objetivo de tornar a execução mais eficiente, reduzindo seu prazo, custo e garantindo uma melhor qualidade de seus processos e resultado final.

As fases e as diferentes especialidades de projetos são desenvolvidas de simultânea e interativamente, envolvendo diversos agentes garantindo a redução no prazo de todo o processo e maior qualidade em seu desenvolvimento. A engenharia Simultânea fomenta a criação de equipes multidisciplinares bem como o compartilhamento de informações de forma assertiva. Dessa forma, este instrumento torna-se um recurso de grande valor para as construtoras diante do cenário extremamente competitivo do mercado.

Pode-se dizer que este conceito consiste em uma ferramenta gerencial que pode substituir o processo tradicional de desenvolvimento de projetos, baseado em etapas sequenciais de atividades, onde o início de uma depende do encerramento de outra. Neste método, as dificuldades para análise e compatibilização de projetos são mais evidentes e afetam seu resultado. Como consequência, as obras deparam-se com projetos de baixa qualidade, sem grande potencial de racionalização e construtibilidade, ocasionando sobrecustos, retrabalhos e comprometendo o produto final. A Engenharia Simultânea propõem o desenvolvimento das especialidades em paralelo, através das equipes multidisciplinares, isto é, engenheiros, arquitetos, consultores, planejadores, orçamentistas, investidores, fornecedores, etc., são alocados precocemente na linha do tempo do empreendimento de forma a proporcionar uma concepção participativa e cooperativa dispensando ajustes e

compatibilizações já que as disciplinas são desenvolvidas em conjunto. Ganha-se no prazo, na qualidade das soluções e conseqüentemente no custo.

A figura abaixo, apresentada por Yazdani & Holmes (1999) ilustra como a aplicação da engenharia Simultânea em detrimento do método tradicional (Engenharia Sequencial) permite a redução no prazo do processo. A figura, no entanto, não ilustra os ganhos em qualidade e redução dos custos ocasionados por essa mudança na forma de projetar.

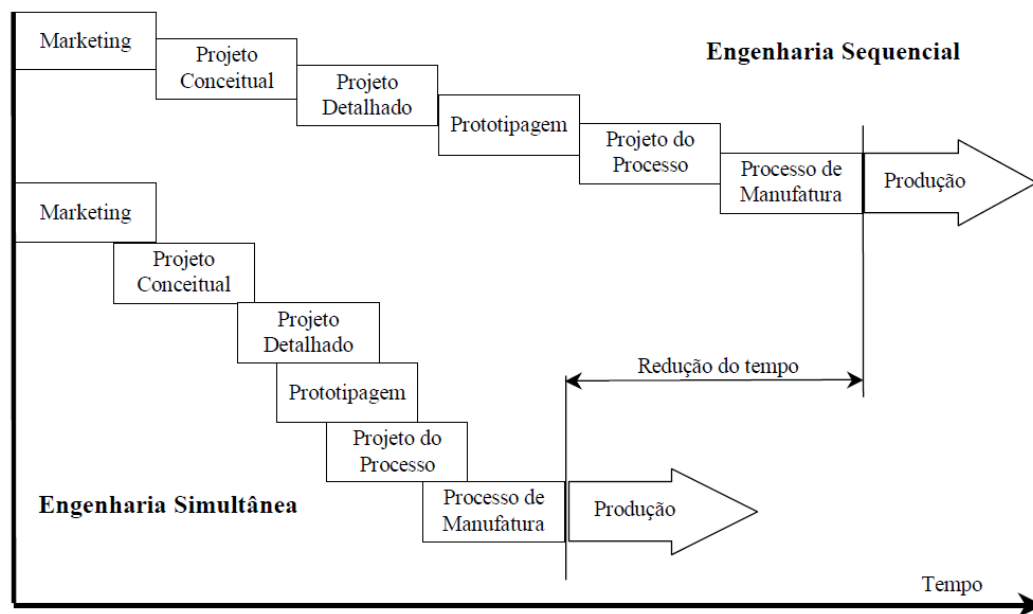


FIGURA 2. Processo de projetar através do conceito da Engenharia Simultânea, apresentando atividades sobrepostas e redução no tempo total de trabalho. Fonte: Yazdani & Holmes (1999).

De acordo com Fabrício (2002), o conceito de Engenharia Simultânea se baseia na integração total e precoce dos agentes envolvidos no processo, abrangendo ao mesmo tempo os projetos do produto, complementares e para produção, em um processo de mútua cooperação, comunicação e interatividade, de forma coletiva e multidisciplinar.

As atividades acontecendo de forma simultânea propiciam uma maior permeabilidade entre elas, podendo-se obter uma redução no tempo de elaboração

dos projetos, um maior controle da qualidade, além de uma manufaturabilidade mais controlada e precisa, com a simplificação dos produtos e a supressão de etapas e ajustes de interfaces.

Pode-se dizer que os principais elementos a serem considerados na Engenharia Simultânea são:

- Qualidade, custo e tempo para o desenvolvimento do produto;
- Agentes responsáveis pelo seu desenvolvimento;
- Gerenciamento do processo;
- Ferramentas para o desenvolvimento;
- Integração das especialidades, agentes, etc.;
- Compartilhamento de informações;
- Ciclo de vida do produto.

Além de ser um novo conceito na forma de projetar, a Engenharia Simultânea demanda uma reestruturação organizacional das empresas para sua implementação uma vez que seu sucesso depende da qualificação de uma equipe multidisciplinar e comprometimento dos agentes envolvidos. Segundo Clausing (1994), podem existir quatro etapas para sua implementação de forma a torná-la mais motivadora e bem sucedida: conscientização, treinamento, projeto piloto, integração e institucionalização. Mais ainda, seus princípios devem ser bem difundidos e a alta direção precisa ser a maior apoiadora e incentivadora do processo.

4.14 O Sistema de Gestão da Qualidade no processo de desenvolvimento de projeto

Um grande número de construtoras conta com um setor destinado à gestão da qualidade de seus produtos e processos. São empresas com certificação ISO¹⁰ (paramentada pela *IOS - International Organization for Standardization*, ou Organização Internacional para Padronização). Para se obter esta certificação, as empresas precisam cumprir uma série de requisitos previstos em normas apresentadas pela *IOS*.

O Sistema de Gestão da Qualidade das empresas pode ser um grande aliado para a coordenação, racionalização e construtibilidade de projetos, uma vez que pode definir procedimentos para auxiliar em todo seu processo de desenvolvimento e na criação de parâmetros e registros. Algumas ações de grande valia pertinentes ao sistema:

- Estabelecer critérios para a contratação e avaliação dos projetistas;
- Definir padrões de desenhos, simbologias, textos técnicos, etc.;
- Criar um banco de dados com informações sobre materiais, fornecedores, técnicas e práticas construtivas, garantindo sua retroalimentação a partir de informações fornecidas pelas obras;
- Monitorar e auxiliar nos registros e referentes às reuniões com os agentes do processo bem como quaisquer documentos que se façam necessários;
- Organizar o setor de projetos, criar ferramentas para o controle de distribuição de cópias de versões vigentes e o cancelamento das obsoletas;
- Verificar a concordância entre as soluções de execução de serviços propostas pelos projetos com os procedimentos definidos pela empresa.

Além disso, o Sistema de Gestão da Qualidade pode auxiliar na verificação da adequação dos projetos às normas da ABNT principalmente àquelas que sofrem

¹⁰ A expressão “ISO” designa um grupo de normas técnicas que estabelecem um modelo de gestão da qualidade para organizações em geral, qualquer que seja o seu tipo ou dimensão.

revisões ou entrarem em vigor, como exemplo, a norma NBR-15.575 – Desempenho de Edificações Habitacionais. É importante reforçar que as construtoras deverão despender atenção para o cumprimento desta norma que preza a sustentabilidade, a durabilidade e o desempenho energético das edificações.

4.15 Os desenhos e modelos paramétricos

A partir da década de 1980, houve um considerável avanço no desenvolvimento de tecnologias digitais aplicadas à arquitetura e engenharia, principalmente no que se refere às ferramentas de *Computer Aided Design* – CAD (em português, Projeto Assistido por Computador), através de softwares de desenho bidimensional, modelagem tridimensional, animação digital, e *Computer Aided Manufacturing* – CAM (em português, Ferramentas de Manufatura Assistidas por Computador). Como exemplos de CAM podem ser citados a Prototipagem Rápida¹¹ (*Rapid Prototyping* - RP) e o maquinário de Controle de Comando Numérico¹² (*Computer Numeric Control* - CNC). Com a utilização dessas ferramentas, CAD e CAM, as relações entre projeto e produção foram redefinidas na medida em que integraram concepção e construção. O uso destas tecnologias facilitou a execução de empreendimentos cada vez mais complexos e inovadores, seja em termos de sua configuração espacial, funcional ou tecnológica.

Apesar destes avanços tecnológicos, até a década de 1990 ainda era considerável a ausência de ferramentas paramétricas que permitissem uma modelagem digital mais interativa. As ferramentas de modelagem disponíveis naquele período eram insatisfatórias, pois não dispunham de instrumentos apropriados para modificar

¹¹ O termo prototipagem rápida designa um conjunto de tecnologias usadas para se fabricar objetos físicos diretamente a partir de dados gerados por sistemas CAD. Tais métodos agregam e ligam materiais, camada a camada, de forma a constituir o objeto desejado. Permitem aos projetistas criar rapidamente protótipos concretos a partir de seus projetos ao invés de figuras bidimensionais.

¹² O comando numérico é um equipamento eletrônico capaz de receber informações por meio de entrada própria, fazer sua compilação e transmiti-las em forma de comando à máquina que, sem a intervenção de um operador, realiza as operações na sequência programada.

parametricamente o modelo, o que é um aspecto essencial para o processo de desenvolvimento de projetos, dada sua característica multidisciplinar e a constante necessidade de alterações e revisões nos desenhos e dados. Somente a partir dos anos 90 percebem-se progressos significativos nas ferramentas de desenho paramétrico com aplicação mais efetiva direcionada ao projeto.

A utilização do CAD em detrimento aos desenhos manuais foi um passo importante para a evolução do processo, porém não garantiu a integração entre as especialidades uma vez que não é capaz de gerar dados computáveis. As ferramentas CAD apresentam as informações de forma ilustrativa, trabalhando com linhas, pontos, arcos, etc., o que não viabiliza sua leitura por outros softwares. Os modelos paramétricos mostraram-se eficientes em gerar dados computáveis porque seus parâmetros construtivos já são dados que podem ser usados para gerar mais informações. Como exemplo, pode-se citar a criação do volume de um ambiente por meio de parâmetros de largura, comprimento, altura e posição de uma sequência de paredes. Por sua vez, através desse volume pode-se realizar uma análise de conforto ambiental e os dados das modificações que se fizerem necessárias podem ser usados para alterar o modelo arquitetônico original. No sistema não parametrizado, essas mudanças seriam feitas separadamente. Dessa forma, cada projetista precisa elaborar modelos próprios com as informações necessárias para executar suas análises e para gerar dados para o processo. Como resultado dessa segmentação, o tempo despendido no processo é maior e a probabilidade de inconsistências também, uma vez que o trabalho fica exposto ao grande volume e troca de informações.

Na indústria automotiva, que já se utiliza de desenhos parametrizados, um modelo tridimensional criado na concepção de um automóvel pode ser avaliado por diversas disciplinas: estética, aerodinâmica, peças, estimativa de custos, etc.. Este mecanismo contribui consideravelmente para as decisões sobre o produto e minimiza a ocorrência de erros no seu desenvolvimento. A natureza matemática dos parâmetros permite que o modelo digital possa ser limitado aos padrões pré-

estabelecidos. Por exemplo, na concepção de um galpão estruturado por pórticos, pode-se estabelecer a distância máxima entre esses elementos. Caso o comprimento do galpão seja alterado, modificando esta distância, serão inseridos novos pórticos automaticamente, respeitando o parâmetro determinado. Esta definição também pode ser baseada em elementos construtivos. Se, por exemplo, já existe a especificação das telhas da cobertura e é necessário aumentar a largura da edificação, a altura da cumeeira da cobertura se ajustará automaticamente para manter o ângulo das vigas e obedecer à especificação das telhas no sistema. Esta característica dos modelos paramétricos também possibilita a fabricação de componentes sob encomenda, uma vez que servem como uma descrição geométrica precisa dos elementos construtivos.

Diante do exposto, ficam evidentes as vantagens que os desenhos paramétricos podem oferecer em relação aos modelos desenvolvidos via ferramentas de CAD. Mesmo os softwares mais sofisticados desse sistema para modelagem tridimensional trabalham apenas com representações gráficas e não criam dados computáveis. É neste contexto que se insere o BIM.

4.16 O Building Information Modeling (BIM)

4.16.1 Conceituação

A Modelagem da Informação da Construção – *Building Information Modeling* (BIM) é um novo conceito no processo de desenvolvimento de projetos baseado em modelos parametrizados e banco de dados que, através de suas ferramentas (*softwares*), permite um ambiente colaborativo entre os agentes envolvidos em um projeto interativo e virtual. O artigo *Comparing Pomes and Naranjas*, escrito por Laiserin (2002), pode ter sido a primeira publicação da expressão *Building Information Modeling* (BIM) e o marco em que esta terminologia começou a ser utilizada popularmente (STEHLING, 2012). Conforme, Yessions (2004) desde a

década de 1970 já existia discussões sobre o conceito BIM, embora não houvesse ainda esta terminologia específica.

Um modelo BIM (*Building Information Model*) consiste na simulação gráfica tridimensional de uma edificação, composta por componentes parametrizados, onde podem ser inseridos os elementos e informações de todas as disciplinas de projeto, verificados precisamente quantitativos de materiais, dimensões e a compatibilização entre as especialidades. Além disso, permite avaliar o desempenho energético e funcional, o conforto ambiental, a sequência e as soluções executivas, o planejamento financeiro, manutenções preventivas e o ciclo de vida da edificação.

O BIM surge como um importante instrumento para que as atuais demandas ao setor da construção civil, tais como a sustentabilidade, a construção enxuta¹³, a redução do retrabalho, a qualidade das soluções, sequências executivas e prazos, funcionalidade, conservação energética e durabilidade das edificações sejam atendidas. Permite o desenvolvimento integrado de um empreendimento, desde sua fase de concepção, através de projeto, banco de dados e planejamento interativos em um ambiente colaborativo acessível a todos os agentes interessados. As informações atualizadas são sincronizadas, tornando o processo de projetar mais eficiente e evitando inconsistências.

O BIM é um sistema para projetar, construir, gerenciar, manter, operar, utilizar, reutilizar e demolir edifícios. É uma compilação de dados eletrônicos confiável que permite a abordagem sistêmica de um edifício em qualquer estágio de seu ciclo de vida (Smith; Tardif, 2009 apud Stehling, 2012).

¹³ O termo construção enxuta vem sendo usado, desde 1993, pelo *International Group for Lean Construction*, referindo-se à aplicação de práticas do sistema de produção enxuta na construção civil (Sistema Toyota de Produção, o qual se baseia no *Total Quality Management e Just in Time*). A construção enxuta tem três objetivos principais: a entrega do produto, a maximização do valor e a redução do desperdício. Propõe uma melhor organização do processo, eliminando a mão de obra ociosa e otimizando os recursos disponíveis. Entende os processos como a interação de atividades de conversão e de fluxo, devendo as primeiras ser otimizadas e as de fluxo minimizadas, ou eliminadas, quando possível.

4.16.2 Desafios para implementação do BIM

É importante compreender que a implementação do BIM nas empresas não significa somente a implantação de *softwares* e treinamento de equipes. O desafio está no entendimento da mudança no conceito de projetar e, principalmente, na organização da troca de informações entre os agentes durante o desenvolvimento do empreendimento. Os projetos baseados em modelos bidimensionais são substituídos por protótipos tridimensionais e banco de dados, dentro de um fluxo de trabalho colaborativo. Torna-se imprescindível garantir a compilação das informações de forma confiável e extensa a todos os agentes durante todo o ciclo de projeto, construção e vida da edificação. Dessa forma, a decisão para implantação do BIM em uma empresa passa a ser muito mais estratégica e administrativa do que técnica já que o sistema oferece as ferramentas, mas não garante que o processo se concretizará de forma satisfatória.

Outra questão que merece atenção é a formação pouco integrada de engenheiros e arquitetos, principais agentes na fase de elaboração dos projetos; falta-lhes conhecimento global de todo o processo, da importância de cada fase. Prevalece entre eles uma abordagem segmentada do processo construtivo caracterizada por contínuas negociações de direitos e responsabilidades. Como consequência, as obrigações ao longo da cadeia produtiva vão se transferindo de um profissional para outro sem que haja sinergia e comprometimento com o resultado final do produto (Santos et al., 2009 apud Stehling, 2012).

Para obter-se sucesso na elaboração de projetos através do BIM é fundamental a integração entre estes profissionais, responsáveis por desenvolver disciplinas distintas que demandam necessidades diferentes. Para que o ambiente BIM torne-se de fato colaborativo sua atuação deve ser coesa, participativa, coordenada e com apoio mútuo.

Pode-se citar como as principais dificuldades na implementação do BIM nos escritórios de projetistas:

- A falta de tempo para implementação do conceito e das ferramentas em escritórios em funcionamento;
- A carência de profissionais com domínio na utilização dos *softwares*;
- A necessidade de adequações nos processos de desenvolvimento e coordenação dos projetos;
- A dificuldade para se fazer a compatibilização de projetos entre modelos BIM e os bidimensionais;
- A diversidade de *softwares* e barreiras criadas pela falta de interoperabilidade¹⁴ entre eles;
- Escassez de bibliotecas de fornecedores (materiais, equipamentos);
- Necessidade de se coordenar o “filtro” de informações direcionando somente dados pertinentes aos respectivos profissionais (“síndrome da fadiga de informações”¹⁵);
- Necessidade de investimentos em *hardware*, pois os *softwares* BIM necessitam de computadores com maior capacidade gráfica, de memória e de processamento.

4.16.3 Ferramentas (*Softwares*)

A seguir, serão listados alguns dos softwares e seus fabricantes como exemplos de ferramentas para a utilização do BIM:

- ArchiCAD, fabricante Graphisoft;
- Revit (Architecture, MEP e Structure, fabricante Autodesk);

¹⁴Interoperabilidade é a capacidade que componentes dentro de uma infraestrutura de Tecnologia da Informação (TI) tem de conversar entre si. Assim, garante-se que diferentes softwares com esta característica possam trocar e processar dados fornecidos.

¹⁵Tipo de desequilíbrio mental motivado pelo excesso de dados e informações que acometem o profissional. Batizada pelo psicólogo britânico Davis Lewis, esta síndrome é caracterizada por gerar estresse, tensão, irritabilidade, distúrbios do sono, problemas digestivos, dificuldade de memorização. Ele afirma que o excesso de informações paralisa a capacidade analítica do ser humano, aumenta suas dúvidas e gera ansiedade, comprometendo seu desempenho.

- Digital Project, fabricante Gehry Technologies;
- Microstation, fabricante Bentley Systems Inc.;
- Active 3D, fabricante Archimen;
- Vectorworks, fabricante Nemetscheck.

Cada ferramenta apresenta recursos diferentes, cabe aos usuários avaliarem aquela que melhor se adequa às suas necessidades. Além disso, como mencionado, a falta de interoperabilidade entre alguns *softwares* pode se tornar uma barreira no desenvolvimento do processo. O ideal é que haja o alinhamento entre os agentes e defina-se de quais dessas ferramentas atendem a todos e permitem a integração dos desenhos e dados de cada uma das especialidades.

Os recursos hoje já permitem o trabalho com os conceitos de BIM 3D caracterizado pela criação do modelo tridimensional, sua análise construtiva e produção de renderizações e visualizações; BIM 4D, que seria o BIM 3D acrescido o planejamento do empreendimento e o BIM 5D, que seria a soma dos modelos anteriores acrescidos das quantidades, custos e orçamento.

4.16.4 Pontos positivos na utilização do BIM

Apesar das dificuldades de implementação do conceito, já é possível evidenciar alguns benefícios em sua utilização:

- Facilidade no processo de compatibilização, ajustes e adequações dos projetos minimizando os erros;
- Facilidade e maior precisão na elaboração dos levantamentos quantitativos bem como a geração de listas de materiais;
- Possibilidade de integração entre o modelo, o planejamento cronológico do

empreendimento e seu orçamento. Sintonia entre aquisições e sequências executivas;

- Possibilidade de melhor verificação das soluções técnicas garantido também a qualidade do produto. Melhor visualização em relação aos desenhos bidimensionais;
- Melhoria na comunicação entre os agentes;
- Oportunidade de parcerias entre construtores, projetistas e fornecedores;
- Possibilidade de reduzir os prazos e custos do processo de projeto bem como o número de revisões.
- Possibilidade de criação de simulações de projetos e das situações de uso da edificação, permitindo a avaliação de seu funcionamento e desempenho energético.

5. ESTUDO DE CASO

5.1 Apresentação

Este estudo de caso será desenvolvido conforme sequência a seguir:

- Apresentação da Construtora Alpha, sua estrutura organizacional e processos para lançamento e execução de um empreendimento imobiliário;
- Descrição do empreendimento usado como referência para este estudo;
- Exposição de contratempos e intercorrências ocasionadas por falhas oriundas do processo de desenvolvimento dos projetos e suas principais consequências para a obra;
- Análise destas falhas e identificação de oportunidades de melhorias a partir da utilização dos conceitos e procedimentos apresentados na referência bibliográfica deste trabalho.

5.2 A Construtora Alpha

A construtora Alpha atua na área de desenvolvimento imobiliário na cidade de Belo Horizonte incorporando e construindo empreendimentos residenciais. É uma empresa de capital fechado que conta com diferentes grupos de investidores para viabilizar seus empreendimentos além de financiamentos bancários. Possui em seu escritório central uma estrutura constituída pelos Setores de Estratégia (estudo de mercado, viabilidade, captação de recursos e lançamentos), Financeiro (processamento e monitoramento dos custos), Planejamento (elaboração de orçamentos e cronogramas), Jurídico, Recursos Humanos, Comunicação e Marketing, Sistema de Gestão da Qualidade e Engenharia. Profissionais de todos estes setores contribuem para o desenvolvimento das etapas que antecedem a

construção um empreendimento. Sua participação pode ser definida resumidamente da seguinte forma:

O Setor Estratégico, composto pela presidência e diretorias, realiza o estudo de viabilidade financeira, analisa a possível participação de investidores e a contratação de financiamento bancário. O terreno almejado ou já adquirido e o produto a ser lançado são avaliados baseando-se em análises de mercado. Com a participação dos Setores de Planejamento e Engenharia são definidos o custo estimado, o lucro previsto e as estratégias para obtê-los. O Setor de Marketing e Comunicação define as formas de divulgação, o Setor Jurídico auxilia no prosseguimento dos trâmites legais que podem impactar em todo o processo (por exemplo, alvará de construção, licenças ambientais, medidas compensatórias e/ou mitigadoras).

Com a validação desta etapa pelo Setor Estratégico e investidores, inicia-se a fase de elaboração dos projetos. Para isso, são contratados os projetistas específicos para os estudos preliminares que resultarão no anteprojeto, nos projetos legais (Prefeitura e Corpo de Bombeiros), executivo e complementares (estrutural, instalações e outros que se fizerem necessários).

Com a aprovação do projeto legal pela Prefeitura, o setor de Planejamento elabora o orçamento do empreendimento, baseando-se nestes projetos e estudos já existentes, que é analisado e aprovado pelo Setor de Engenharia. O Setor Estratégico compara o orçamento ao estudo de viabilidade do empreendimento, para finalmente obter a validação da Presidência.

Aprovado o orçamento, o Setor de Engenharia autoriza o desenvolvimento e detalhamento dos projetos pelos projetistas, gerando assim o projeto executivo de arquitetura, seu detalhamento e os projetos complementares. Estes são analisados e compatibilizados por arquitetos e engenheiros do Setor de Engenharia e por fim aprovados para execução. Durante toda a elaboração dos projetos, entre a fase de estudos preliminares e apresentação da versão final, são realizadas diversas reuniões

com projetistas pra alinhamento de informações. Cada projeto ou revisão apresentada passa pela análise crítica do Setor de Engenharia.

Com a conclusão dos trâmites legais, o orçamento e os projetos são encaminhados ao gerente do empreendimento no canteiro de obras já liberados para execução.

5.3 O objeto em estudo – Empreendimento Por do Sol

O empreendimento Por do Sol¹⁶ está situado em um terreno de 4.000m² na cidade de Belo Horizonte. É constituído por uma torre residencial com vinte pavimentos tipo¹⁷ e oitenta unidades habitacionais (85m² cada) com alto padrão de acabamento, dois pavimentos de garagem e área de lazer sobre pilotis, com piscina, churrasqueira, instalações sanitárias, sauna, salão de festas e ampla área de jardins. Sua equipe técnica, responsável pela execução, era formada por um engenheiro civil, gerente do contrato, e outro responsável pela produção; três estagiários de engenharia civil, dois deles responsáveis pelo acompanhamento de serviços no canteiro de obras e outro pela gestão dos contratos e medições de empreiteiros; um estagiário de arquitetura, responsável pelo controle e divulgação de projetos bem como auxílio aos engenheiros para levantamentos quantitativos, um mestre de obras, equipe administrativa, um almoxarife, um técnico de segurança e a equipe de produção. Apesar de manter uma equipe própria, a maioria dos serviços foi terceirizada dada a dificuldade na contratação de mão de obra qualificada.

Entre o lançamento do empreendimento e o início de sua execução foram transcorridos quatro meses. Os projetos foram desenvolvidos nos dois meses iniciais e sua análise crítica e compatibilização ficou de certa forma restrita aos dois últimos meses, realizada por uma coordenadora de projetos, uma arquiteta, um engenheiro (todos do Setor de Engenharia) e os projetistas. A obra foi executada

¹⁶ Nome Fictício.

¹⁷ Pavimento que se repete ao longo dos andares do edifício.

entre os anos de 2010 e 2012 e concluída com seis meses de atraso em relação ao prazo previsto. O resultado econômico foi negativo; além de não ser obtido o lucro previsto pela construtora, foi necessário ainda um desembolso adicional de 4% do valor global do orçamento para sua conclusão.

Já foram elucidadas nesse trabalho algumas situações que comprometem o andamento de uma obra, como escassez de mão de obra qualificada, materiais e equipamentos. Estes contratempos foram observados durante a execução deste empreendimento, porém, as falhas no processo de desenvolvimento e análise dos projetos foram as principais responsáveis pelo seu resultado negativo, sendo evidenciadas no grande número de retrabalhos, revisões em projetos durante a execução da obra, impactos no orçamento por equívocos nas especificações, improvisos e soluções de emergência, atrasos na obtenção do AVCB, da baixa no Habite-se e na entrega do empreendimento aos proprietários. Este último item, além de prejudicar o relacionamento com o cliente e acarretar em algumas ações na justiça, elevaram consideravelmente o custo indireto previsto para a obra, já que parte da equipe manteve-se locada no canteiro além do tempo estipulado.

Assim exposto, serão apresentadas estas falhas, suas consequências imediatas e como poderiam ter sido evitadas ou minimizadas com a melhoria nos processos de elaboração dos projetos através da utilização de conceitos apresentados na referência bibliográfica deste estudo.

5.4 Classificação das falhas

A partir da análise das falhas ocorridas durante a execução da obra, para melhor entendimento, elaborou-se a seguinte classificação com base em sua origem durante o processo de desenvolvimento de projetos:

- Falha na análise crítica das soluções dos projetos e especificações;

- Falha no gerenciamento de informações;
- Falha ou insuficiência de detalhamentos;
- Falha no processo de compatibilização de projetos.

É importante ressaltar que estas falhas, muitas vezes, se complementam e estão interligadas à uma mesma etapa ou ferramenta de análise no processo. Por exemplo, detalhamentos ineficientes poderiam ser questionados e corrigidos durante o processo de análise crítica; informações inconsistentes ou incorretas podem ser detectadas durante o processo de compatibilização, e assim por diante. Isto é, a desintegração do processo contribui para o surgimento das falhas indicando a fragilidade desse tipo de processo sequencial de desenvolvimento de projetos.

5.5 Falha na análise crítica das soluções de projetos e especificações

Como apresentado anteriormente, o período destinado ao desenvolvimento dos projetos deste empreendimento foi restrito a quatro meses, incluindo elaboração, análise e compatibilização, o que comprometeu todo este processo. Além disso, a equipe responsável pela tarefa estava sobrecarregada, dividida entre esta e outras obras. O envolvimento dos engenheiros executores não ocorreu, os projetos só foram analisados por eles no canteiro de obras.

Como consequência disso, a maioria das falhas só foi detectada no momento da execução quando qualquer contratempo pode gerar atraso no cronograma, sobrecusto e/ou comprometer a qualidade da solução. A seguir, estão listados exemplos ocorridos:

Projeto de paginação de alvenaria

Foi contratado um projeto de paginação de alvenaria com a finalidade de mapear as paredes e indicar a utilização dos blocos vazados, canaleta, etc., para execução de prumadas, eletrodutos, pontos elétricos e aberturas, de forma a padronizar e

otimizar a execução destes fechamentos, garantir o melhor aproveitamento dos blocos e reduzir sua quebra e o desperdício. Porém, o projeto apresentou-se pouco prático uma vez que propunha cortes de tamanhos variáveis nos blocos; a execução de cada parede tornou-se um serviço artesanal. Foram também, detectados erros nas amarrações das fiadas que comprometeriam a estabilidade da alvenaria. Ao verificar estas inconsistências no projeto, o engenheiro da obra solicitou alteração em todo o detalhamento proposto e, inclusive, indicou soluções para as amarrações e para a padronização dos blocos, limitando as dimensões de cortes. Para não gerar atraso na execução da atividade que já havia se iniciado, o gerente do empreendimento determinou a continuidade do serviço, simultaneamente à esta revisão e, nestes casos, não houve qualquer paginação. O projetista, já envolvido em outros trabalhos, demandou mais de um mês para a revisão do projeto e, após sua entrega, o Setor de Engenharia fez a análise da nova versão e após uma semana a liberou para o canteiro. Neste período, foram executados sete pavimentos tipo sem a orientação de projeto para paginação das paredes.

O resultado disso foi a execução de alvenarias sem a previsão para passagem de tubulações e, como consequência, foi necessária uma série de cortes para sua inserção. Isso gerou retrabalhos para sua recomposição (custo adicional com mão de obra), atraso na conclusão da tarefa, além do desperdício de material. A falta de paginação das passagens de tubulações e consequente padronização do sistema também pode trazer problemas na pós ocupação das unidades já que torna-se difícil identificar os pontos onde não se deve perfurar a alvenaria. Seguem imagens ilustrando algumas situações encontradas:



IMAGEM 1. Apartamento. Recortes para passagem de eletrodutos para montagem do QDC sem paginação definida.



IMAGEM 2. Apartamento. Recortes para passagem de eletrodutos para montagem do QDC e de ponto elétrico sem paginação definida.



IMAGEM 3. Apartamento. Recortes na alvenaria para passagem de tubulação hidráulica sem paginação definida.



IMAGEM 4. Apartamento. Recortes no reboco para passagem de tubulação hidráulica sem paginação definida. Recorte na alvenaria para passagem de tubulação de gás.



IMAGEM 5. Apartamento. Recortes na alvenaria para passagem de eletrodutos e instalação de caixinhas elétricas.



IMAGEM 6. Apartamento. Recorte na alvenaria para passagem de eletrodutos e instalação de caixinhas elétricas.



IMAGEM 7. Pilotis. Alvenaria recuperada após recorte para embutir eletroduto. Neste caso, a pintura já havia sido realizada e, para evitar manchas, todo o “pano” precisou ser refeito.

Podem ser apontadas as seguintes falhas nesta situação:

- Falta de racionalização e construtibilidade do projeto que, não analisado pela equipe de obra com antecedência, preciso ser praticamente revisado por completo;
- Inconsistência na definição do escopo do projeto de alvenaria e principalmente suas considerações e restrições;
- Alinhamento de informações entre o Setor de Engenharia e a equipe da obra para entendimento das demandas técnicas e de logística no canteiro de obras, relevantes para a elaboração do projeto;
- Análise crítica ineficaz para a realidade da obra e não integrada com sua equipe;
- Inexperiência ou falta de conhecimento dos responsáveis para análise do projeto.

Para evitá-las, algumas melhorias no processo de análise crítica podem ser indicadas:

- No momento da contratação ou na reunião inicial para definição do escopo do projeto, o Setor de Engenharia deveria ter apresentado ao projetista suas demandas, considerações e restrições para a elaboração do projeto.
- A equipe de engenharia da obra, representada, por exemplo, pelo seu gerente, deveria ter participado do processo de desenvolvimento do projeto através das reuniões com o projetista, analisando o trabalho apresentado em cada etapa e fazendo suas observações. Dessa forma, o projeto entregue estaria em conformidade com as necessidades da obra.
- A equipe responsável pela análise deve ser qualificada para estar apta à tarefa.

Padronização de vãos de portas

Para os apartamentos foram utilizados “kits” de portas de madeiras prontas. Um erro

recorrente observado durante a instalação das portas foi a inadequação entre a dimensão dos vãos executados nas alvenarias e os marcos. No projeto executivo, a dimensão indicada para os vãos era incompatível com o modelo/fornecedor de porta especificado. Além de o projeto apresentar uma informação equivocada, a obra não teve controle preciso sobre a execução desta atividade e o resultado foi uma grande variação nas dimensões de vãos executados. Esta situação gerou os seguintes contratempos para o andamento do serviço:

- No caso de vãos menores que o necessário, foi preciso quebrar a alvenaria e recompor a espala. Este retrabalho gerou desperdício de material e custo adicional de mão de obra, além de atraso na conclusão da atividade.
- Quando o vão executado foi maior que o definido, também foi preciso revisar a espala gerando prejuízos com o acréscimo de material e também com o custo adicional de mão de obra. Neste caso, porém, quando a dimensão do alisar foi suficiente para fazer o acabamento, este retrabalho não ocorreu, mas o consumo da espuma expansiva para fixação do marco se tornou elevado, para preencher suficientemente o vão. Esta situação, além de sobrecusto, já que no empreendimento havia seiscentas portas, gerou um tipo de patologia: a espuma provocou um esforço no marco da porta maior que o previsto e causou danos em sua estrutura e prejudicou seu funcionamento. No momento da entrega das unidades, alguns marcos estavam empenados e foram verificadas portas agarrando para fechar. A seguir, algumas imagens do consumo excessivo da espuma expansiva na fixação de marcos em vãos maiores que necessário:



IMAGEM 8. O vão está maior que o necessário, isso demandou uma maior quantidade de espuma expansiva para a instalação do marco da porta. Além disso gerar sobrecusto, o excesso do material gerou um esforço maior que o previsto sobre o marco e o empenou, comprometendo sua funcionalidade da porta.



IMAGEM 9. A altura do vão não foi suficiente para a instalação da porta, não sendo possível aplicar a espuma expansiva sobre o marco da porta. Esta espala precisou ser corrigida.



IMAGEM 10. A porta indicada não foi instalada devido à dimensão do vão incorreta. Isso gerou atraso na conclusão deste serviço neste apartamento e comprometeu a sequência de atividades futuras.

Podem ser apontadas as seguintes falhas nesta atividade:

- Existia uma inconsistência entre o projeto executivo e uma especificação, os fornecedores indicados devem ser envolvidos no processo para que se verifique se o produto especificado atenderá as exigências do projeto e, principalmente, buscar as informações pertinentes sobre ele para adequação do projeto.
- Mesmo que equivocada, existia a informação de projeto que não foi cumprida pela obra.
- Falta de racionalização do procedimento, isto é, os parâmetros para execução dos vãos deveriam ter sido definidos corretamente em projeto.

Especificação de perfis de alumínio para esquadrias

Foi considerada no orçamento da obra uma linha de perfis de alumínio incompatível com as esquadrias propostas para as unidades nos projetos e ilustradas no material de divulgação. Era preciso um perfil mais robusto e sofisticado. Dessa forma, foi necessário adequar esta especificação para a execução destes elementos, o que gerou um alto sobrecusto.

Definição de equipamentos

A edificação dispunha de dois elevadores para acesso aos pavimentos. No momento do orçamento e compra, as informações do equipamento não foram compatibilizadas com a estrutura do prédio. O modelo adquirido não necessitava de casa de máquinas mas este cômodo foi considerado em projeto e executado. Apesar da situação não ter criado intercorrências para a edificação consequências negativas para o custo e prazo foram detectadas.

Também seria importante avaliar os equipamentos usados durante o andamento da obra, como guias e elevadores de carga. Eles devem ser estudados para adequarem-se à melhor logística para o canteiro de obras bem como estarem previstos no

projeto estrutural. É fundamental que isso ocorra na fase de planejamento da obra para se ter maior controle sobre os prazos para contratação, aluguel, melhor locação e utilização destes equipamentos. No caso deste empreendimento, estas definições ocorreram somente na obra, sem um estudo e dedicação necessários para avaliar a melhor logística de implantação. Isso acarretou em revisões no projeto estrutural para supressão de lajes, por onde percorreriam estes equipamentos, para posterior execução.

Deck da piscina

Esta estrutura foi executada em peças de madeira e contornava toda a piscina adulta e infantil na área de lazer. O problema detectado foi a inserção de um alçapão em chapa metálica para acesso à casa de máquinas na proximidade da piscina infantil. Este material se aquece consideravelmente ao sol e pode ferir os usuários. Uma locação mais apropriada para este alçapão ou um material mais adequado poderiam ter sido considerados no momento da análise dos projetos. Como isso não ocorreu, foi preciso criar uma solução paliativa e uma proteção em piso emborrachado foi utilizada sobre o alçapão. Apesar de funcional, a questão estética foi prejudicada.

Piso elevado na área de lazer

Toda a área de lazer do empreendimento foi executada sobre piso cimentício elevado, composto por peças de 60x60 centímetros. Este piso é comumente usado pois permite a passagem das tubulações entre ele e a laje. Sua utilização, porém, requer a definição de pontos para instalação de ralos na laje (a água penetra pelas frestas entre as peças) e criadas condições de escoamento eficientes, direcionando a água para estes pontos. O projeto executivo não indicava estes elementos e o hidráulico considerava um número insuficiente para o bom funcionamento do sistema. Este problema só foi detectado na obra, no momento da perfuração da laje para sua execução (não foram deixadas previsões na laje para execução dos ralos – este tópico será abordado mais adiante). Por conta disso, foi elaborado no canteiro um estudo de escoamento para todo pilotis. Esta solução demandou o envolvimento

dos engenheiros e o empreiteiro responsável pela instalação hidráulica, além de tempo e gastos não previstos para conformação do sistema.

5.6. Falha ou insuficiência de detalhamentos

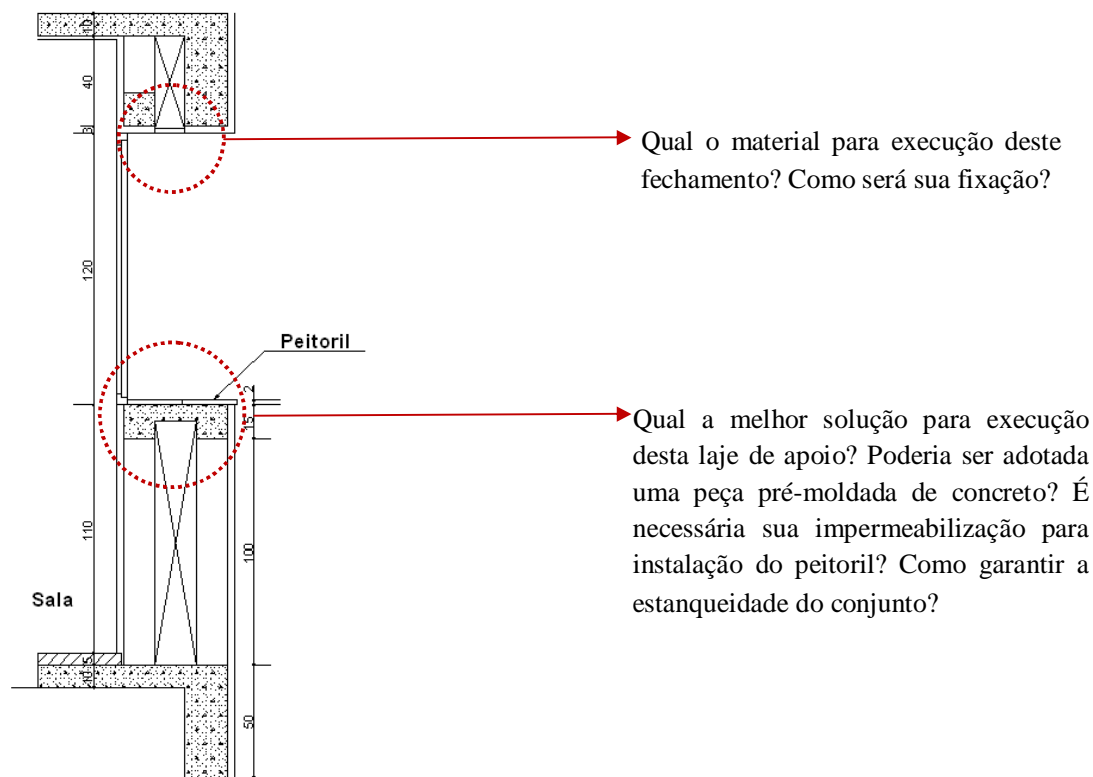
Uma das principais falhas detectadas nos projetos durante a execução do empreendimento foram os detalhamentos insuficientes para uma série de elementos construtivos, sejam eles repetitivos ou específicos.

Para os apartamentos as soluções definidas na obra se repetiam ao longo dos pavimentos, porém, para a área comum, os transtornos foram maiores uma vez que se tratavam de elementos específicos, por exemplo, pergolados, jardineiras, interfaces entre diferentes pisos, acabamentos de bancos, bancadas, divisórias, etc., fixação de brinquedos, esquadrias e fechamentos em vidros, definição para escoamento de águas pluviais, enfim, a maioria dos detalhes executivos foram insuficientes e superficiais, demandando um grande esforço da obra para sua execução. O tempo e empenho necessários para elaboração das soluções foi muito maior.

Indicações básicas como níveis de contrapiso, detalhe de escoamento de box de banhos, amarração de pontos elétricos e prumadas, eixos referenciais, etc., não foram realizadas, dificultando ainda mais a execução dos serviços.

Detalhe estético na fachada

Em um dos cômodos da edificação, foi proposta uma solução estética na fachada criando um recuo e executando uma alvenaria dupla, conforme imagem a seguir:



Corte Esquemático Detalhe Sala

FIGURA 3. A figura apresenta detalhe para execução de alvenaria dupla. Os questionamentos ao lado ocorreram no canteiro de obras, no momento da execução da atividade.

Como observado acima, não foi detalhado como seria a instalação e sobreposição das pedras do peitoril ou se seria necessário a impermeabilização deste conjunto. Na porção superior do elemento, criou-se um vão e também não foi proposta solução para seu melhor acabamento. A obra propôs a instalação de uma peça cimentícia pré-moldada e impermeabilizada para instalação dos peitoris, garantindo a estanqueidade do elemento. As pedras foram sobrepostas, com inclinação de 1%, foi criado um rincão em seu encontro, melhorando o escoamento da água de chuva. Para o vão superior, foi instalado um pequeno forro de gesso resistente à umidade (RU), fixado nas duas extremidades e revestido com a textura da fachada. A

proposição destas soluções demandou tempo, disponibilidade dos engenheiros e mais uma vez, gastos extras não previstos pelo orçamento.

Inclusão de pingadeiras

As pingadeiras são elementos construtivos que permitem que a água de chuva escoe ou “pingue” sem percorrer a fachada. Comumente são utilizadas em peitoris de janelas e chapins de muros e platibandas, conforme ilustração a seguir:

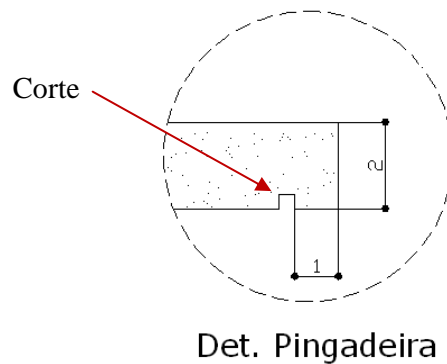


FIGURA 4. Detalhe genérico de uma pingadeira. É realizado um corte na porção inferior do elemento.

A cobertura da edificação foi executada em laje plana impermeabilizada protegida por uma platibanda. Neste elemento foi executado o chapim de muro com a pingadeira de maneira adequada. Porém, alguns trechos da cobertura contavam com lajes planas inclinadas compondo a volumetria e estética da edificação. Nestes trechos este elemento não foi indicado em projeto e conseqüentemente não executado. Após a conclusão da fachada, realizada em textura tipo *Grafiato*, manchas começaram a surgir nos panos abaixo a estas lajes durante períodos de chuva. Além disso, foram detectadas também pequenas manchas na platibanda espaçadas regularmente. Foi verificado o não rejuntamento das peças utilizadas para execução do chapim de muro; a água penetrava por entre as pelas carreando a sujeita pela fachada.

Estas informações e detalhes deveriam estar contidos nos projetos e esta falha não

foi diagnosticada pela análise realizada. Possivelmente, a equipe responsável não estava apta a essa verificação ou o item passou despercebido. Como consequência, os panos de fachada danificados precisaram ser corrigidos gerando retrabalho, sobrecusto com mão de obra e material adicionais e atraso na conclusão da atividade.

Shafts para tubulações

Os *shafts* são compartimentos visitáveis por onde passam as tubulações elétricas e hidráulicas. Sua função é permitir o fácil acesso a estes elementos no caso de manutenções.

Nesta edificação, algumas situações propunham a utilização dos *shafts*: alimentação de chuveiros e lavatórios de banheiros, das torneiras da cozinha, tanque e áreas comuns. Porém, não foi definida a solução para cada situação no projeto, dessa forma, coube à obra propor como resolver sua execução. Como já mencionado, muitas vezes, estas soluções de emergência podem tornar-se inadequadas bem como acarretar em custos adicionais, já que não são analisadas, verificadas e aprovadas por uma equipe multidisciplinar qualificada para isso. A seguir, serão apresentadas estas condições.

- *Shafts* para lavatórios e torneiras: as tubulações de água fria e quente foram protegidas com um elemento pré-moldado de concreto fabricado na obra. Foi utilizada uma forma de madeira onde eram posicionados os tubos. Em seguida, era feito o preenchimento com concreto. Estes elementos foram criados para todos os lavatórios do edifício. Esta solução, além da produção artesanal em obra, não foi a mais adequada ao se considerar a manutenção futura deste elemento. Em caso de vazamentos, seria preciso quebrá-lo para acessar a tubulação. Além disso, prejudicou o acabamento tornando-o grosseiro, aumentando o gasto e desperdício de cerâmicas (muitos recortes) e solicitando uma mão de obra mais qualificada para sua execução. Ao ser avaliada, a solução não funcionou como *shaft*, prejudicou esteticamente o cômodo e tornou mais

complicada a manutenção.



IMAGENS 11 e 12. Ilustram as soluções para proteção das tubulações hidráulicas dos lavatórios e como foi realizado o revestimento cerâmico destes elementos.



IMAGENS 13 e 14. Exemplos da mesma solução para execução de ponto hidráulico para instalação de torneiras em cômodos técnicos.



IMAGEM 15. Apartamentos. Perda de cerâmicas utilizada no revestimento destes *shafts* devido ao grande número de recortes.

- *Shafts* para tubulação de chuveiro: foi proposto fechamento em pedras de mármore para estes *shafts* sendo uma delas removível para viabilizar a manutenção. Porém, foram especificadas pedras com dimensões inviáveis para manuseio e instalação por somente um pedreiro, o que tornaria o serviço pouco produtivo e com grande risco de perdas. Além disso, não foi definida como seria a fixação destas pedras e como funcionaria a pedra removível. A obra precisou rever como seria estruturado o *shaft*, repaginar as pedras e elaborar a forma de instalação para as fixas e para as removíveis.



Duas pedras superiores removíveis para acesso às tubulações

As pedras que compõem as bordas laterais são fixas

Duas pedras inferiores fixas

IMAGEM 16. Exemplo de *shaft* executado em uma instalação sanitária de um apartamento, revestido em pedras de mármore branco. Foram instaladas pedras com a possibilidade de remoção para visita às tubulações.

Como pode ser observado nas imagens, a solução proposta pela obra viabilizou o manuseio e fixação das peças, porém gerou grande perda de material dado o grande número de recortes e a fragilidade das pedras. Por se tratar de pedras com veios e variações de tonalidade, muitas vezes a paginação do *shaft* ficava comprometida quando era necessário substituir uma pedra danificada. Também exigiu a utilização de um pedreiro com boa qualificação para executar o serviço caprichosamente, mantendo o alinhamento das pedras, o prumo e o rejunte com bom acabamento. A atividade tornou-se artesanal e poucos funcionários eram capazes de executá-la com qualidade, foram gerados custos extras com a aquisição de quantitativos de materiais além do previsto, dadas as perdas, atrasos no cronograma devido à dificuldade de execução.

- *Shaft* para tubulação do tanque: foi indicada a posição do *shaft* para passagem das tubulações de alimentação e esgoto do tanque, porém sem a especificação do fechamento. A obra optou por executá-la em gesso resistente à umidade para

posteriormente instalar as cerâmicas. Para possibilitar esta proposta, o serviço precisou ser terceirizado, foram necessários testes em protótipos para garantir sua funcionalidade.



IMAGEM 17. *Shaft* executado na área de serviço para instalação das prumadas hidráulicas e alimentação do tanque. Foi protegido com placas de gesso resistentes à umidade e revestido com cerâmica.

As instalações hidráulicas requerem atenção e investimento em suas soluções executivas uma vez que acarretam em um grande índice de solicitações para manutenção na pós-venda e ocupação dos imóveis. Estas definições precisam ser estudadas com precisão, engenheiros, projetistas e consultores devem ser envolvidos na equipe de análise para garantir que atendam aos requisitos de construtibilidade e racionalização necessários para um bom desempenho dos elementos construtivos concluídos e de sua execução. Estética e funcionalidade devem andar juntas. A criação de um banco de dados com o histórico de desempenho das soluções torna-se também uma ferramenta fundamental.

A análise das especificações de materiais e soluções é crucial para garantir o bom

andamento da obra, a qualidade da edificação e o custo previsto. Deve ser conduzida pela coordenação de projetos, envolvendo toda a equipe multidisciplinar e os fornecedores. Como transtornos causados por falhas nesta atividade é possível citar:

- Dificuldades e comprometimento da execução de serviços;
- Dificuldades na aquisição de materiais uma vez que muitos saem de linha, isto é, deixam de ser fabricados. Essa situação obriga a sua substituição por produtos similares que muitas vezes diferem em suas características físicas e funcionais e demandam adequações no projeto. Isto comumente ocorre com cerâmicas, louças, ferragens, metais;
- Equívocos técnicos nas especificações que obrigam a substituição do produto especificado por outro de maior custo, por exemplo, a linha de perfis de alumínio indicada em desacordo com o produto a ser fabricado para as unidades;
- Retrabalhos e necessidade de improvisações e adaptações;
- Atraso na conclusão das atividades;
- Danos em serviços já executados, por exemplo, falta de pingadeira que ocasionou em manchas na fachada;
- Falta de racionalização e construtibilidade dos projetos;
- Soluções muito específicas e pouco práticas requerem mão de obra mais qualificada e comprometem a eficiência do processo produtivo;
- Perdas e consumo extra de materiais.

5.7 Falha no gerenciamento de informações

Material de divulgação para vendas

Para divulgação do empreendimento no mercado foram confeccionados *folders*, maquete e um apartamento modelo decorado construído no *stand* de vendas da empresa.

Os *folders* foram disponibilizados aos clientes pelos corretores contratados pela construtora. Neste material, uma importante informação estava em desacordo com o projeto executivo: foi proposta a entrega de aquecimento solar para água dos lavatórios e no projeto esta solução não foi considerada, sendo executado o aquecimento via chuveiros elétricos. No momento do recebimento das unidades pelos proprietários, este item foi questionado e a construtora enfrentou sérios problemas com alguns clientes, que não aceitavam esta alteração. Foram feitos alguns acordos de ressarcimento e outros processos ainda caminham na justiça. Este contratempo gerou um grande desgaste no relacionamento entre as partes bem como prejuízos financeiros para realização dos acordos.

O material utilizado para venda deve impreterivelmente ser analisado pela coordenação de projetos para que o gerenciamento das informações sobre o empreendimento funcione precisamente e estas estejam sempre alinhadas entre as equipes e setores envolvidos.

5.8 Falha no processo de compatibilização de projetos

Incompatibilidade entre Estrutura e Locação da Fundação

A estrutura da edificação foi executada em concreto armado sobre uma fundação composta por duzentos tubulões e seus respectivos blocos e cintas de fundação. Por se tratar de um terreno extenso, foram abertas frentes distintas de escavação,

realizadas a armação e concretagem dos tubulões. Ao se realizar o mesmo processo para os blocos de fundação, foram feitas as locações dos pilares da estrutura e percebeu-se que vinte destes elementos estavam locados em desacordo com sua posição prevista nos blocos. O engenheiro da obra solicitou ao setor de Engenharia verificação nos projetos de fundação e estrutura, sendo constatado um erro em sua sobreposição. De fato, vinte pilares estavam locados erroneamente em relação aos seus respectivos elementos de fundação. Para resolver o problema, os projetistas foram contatados pelo setor de Engenharia e propuseram uma solução que afetaria menos o andamento da obra e garantiria a segurança da estrutura. Mesmo assim, surgiram contratempos conforme listagem abaixo:

- Atraso no cronograma de execução da fundação uma vez que esse processo demandou duas semanas para análise e revisão do projeto;
- Custo adicional não previsto em orçamento para pagamento da revisão e solução apresentada pelos projetistas (não prevista em contrato) e da equipe pelo retrabalho, além da aquisição do material extra necessário. Alguns outros custos, difíceis de mensurar, também são relevantes, como a hora do engenheiro e da equipe setor de Engenharia que precisa despender atenção para o problema em detrimento de outros.

Interferências entre estrutura e instalações

Um dos contratempos verificados ao longo de toda a execução da obra foi a interferências entre elementos estruturais e a passagem de tubulações hidráulicas, eletrodutos e eletrocalhas. Como solução, foi contratada pela obra uma empresa para realizar furos nesses elementos. Para garantir a estabilidade da estrutura, o projetista precisou ser consultado indicando assim a posição e dimensão adequada no elemento estrutural para execução dos furos.



IMAGEM 18. Pilotis. Interferência entre a tubulação do sistema de irrigação e viga invertida.



IMAGEM 19. Apartamento. Viga perfurada para passagem de tubulação hidráulica.



IMAGEM 20. Garagem 1. Exemplo de furo realizado e laje para passagem de tubulação.



IMAGEM 21. Garagem 1. Furo realizado para passagem de tubulação hidráulica. Neste caso, a pintura do pavimento inferior já havia sido executada e foi danificada. A esquadria instalada também sofreu manchas. Além de não prevista esta passagem, houve um erro na sequência executiva.



IMAGEM 22a. Pilotis. Furo realizado em laje com o piso em revestimento cerâmico já realizado para inserção de ralo.



IMAGEM 22b. Pilotis. Por se tratar de um local sem cobertura e sujeito à chuva, foi necessário remover a peça cerâmica e recompor a impermeabilização para evitar possíveis infiltrações.



IMAGEM 23a e 23b. Garagem 1. As imagens mostram interferência entre um *shaft** de instalações elétricas, executado em alvenaria, tubulações hidráulicas e eletrocalha.

*compartimento executado para abrigar instalações/tubulações usualmente visitáveis, sendo sua principal finalidade a estética.



IMAGEM 24. Garagem 2. Furos realizados para execução de uma tubulação hidráulica. Neste caso, ocorreu ainda interferência entre o projeto hidráulico e o projeto arquitetônico, já que a tubulação está locada dentro de uma vaga de veículo.

Incompatibilidade entre Projeto Executivo e Projeto Legal

No Projeto Legal aprovado na Prefeitura não foi contemplada área privativa em nenhuma das unidades da edificação. Porém, no projeto executivo foram consideradas quatro áreas privativas para quatro unidades no primeiro pavimento tipo. O erro foi identificado durante a execução destas áreas e gerou os seguintes contratempos:

- Foi necessário envolver o setor de Engenharia e de verificar todos os contratos de proprietários para verificar se o produto vendido contemplava esta área;
- A obra já havia executado o piso cerâmico, guarda-corpos de alvenaria e porta de acesso à área em todas as unidades, sendo necessária a readequação ao projeto legal, para que não comprometesse sua aprovação no momento da vistoria do Habite-se. Isso gerou desperdício de material (além da aquisição de esquadria para janela em substituição à porta), custo adicional com mão de obra, desgastes com proprietários, engenheiros da obra e o setor de engenharia, além do tempo extra despendido por estes profissionais para o assunto.

Também no Projeto Legal não foi considerada a Central de Gás do Condomínio, isto é, uma área cercada e protegida para abrigar os botijões, conexões e subida de prumadas para abastecimento da edificação. A solução técnica proposta demandava esta central, dessa forma, foi necessário reaprovar o projeto na prefeitura. Isso gerou gastos adicionais além da necessidade de se disponibilizar um profissional para acompanhar o processo.

Incompatibilidade entre Projeto Executivo e Projeto de Proteção e Combate a Incêndio

No projeto de proteção e combate a incêndio não foram contempladas rampas e escadas para acesso à piscina, que estava em um nível superior (1,2m) ao piso do pilotis. O projeto executivo especificou estes elementos, que foram executados.

Após conclusão da obra, foi solicitada a vistoria do Corpo de Bombeiros para obtenção do AVCB. Os oficiais, porém, questionaram a incompatibilidade entre estes projetos e determinaram que fosse solicitada pela construtora nova solicitação de aprovação do projeto, contemplando esta modificação. Este trâmite transcorreu por um período de trinta dias e somente após este prazo foi possível reagendar nova vistoria. Além do atraso na obtenção do auto de vistoria (que integra a lista de documentos para aquisição da baixa no Habite-se), para este agendamento é cobrada uma taxa em um valor considerável. Como foram realizadas duas visitas, este valor precisou ser pago duas vezes, caracterizando um custo extra não previsto para a obra.

Incompatibilidade entre Projeto Executivo e Projeto de Decoração

Outras falhas importantes detectadas foram causadas pela falta de compatibilização entre os projetos executivo, legal e complementares e o de decoração. Realizado posteriormente, com a obra já em andamento, este último não foi compatibilizado com os demais. Vários itens decorativos apresentaram interferências com elementos contidos nos demais projetos, dentre eles:

- Solicitação de pontos elétricos onde não havia previsão;
- Solicitação de ponto de gás onde não havia previsão;
- Sobreposição de painéis em caixas de hidrantes;
- Interferências entre a altura dos forros de gesso propostos e as tubulações existentes sob as lajes;
- Alteração na especificação de materiais já adquiridos e em alguns casos já aplicados;
- Alteração nas especificações de materiais e produtos gerando divergências entre as técnicas executivas a serem empregadas na execução da atividade, por

exemplo, alteração no tipo de piso e conseqüentemente na sua espessura ou técnica de assentamento, podendo gerar alteração no nível final do cômodo ou outro tipo de contratempo caso o contrapiso já tenha sido executado.

6. ANÁLISE DO ESTUDO E CONCLUSÃO

As falhas nos projetos fazem parte da rotina das obras. Como apresentado anteriormente, as transformações no processo de projetar devido às mudanças no setor da construção civil ao longo das décadas acentuou o número de falhas e conseqüentemente tornou a atividade executiva menos produtiva. Novas soluções tecnológicas surgiram acompanhadas de materiais cada vez mais eficientes, mas os quesitos básicos para garantir o sucesso da obra ainda precisam ser aprimorados: planejamento e projeto.

Ao se analisar as falhas detectadas na execução do empreendimento Por do Sol relacionadas às deficiências dos projetos entende-se que a maioria delas seria prevenida e evitada se o processo de análise tivesse sido mais efetivo. Mesmo não dispondo ainda de recursos mais avançados e qualificação da equipe para utilização do BIM e da Engenharia Simultânea no desenvolvimento de projetos, a empresa já trabalha com uma estrutura de coordenação de projetos, sistema de gestão da qualidade atuante e profissionais de diferentes especialidades. Dessa forma, as melhorias no processo podem surgir inicialmente com o aprimoramento dos procedimentos que apresentam menor eficiência, como o gerenciamento de informações e a análise crítica dos projetos. O setor de coordenação de projetos deve ser reavaliado e redimensionado, tornando-se multidisciplinar e com a participação constante dos engenheiros de obras, permitindo a otimização nos processos de compatibilização e análise crítica dos projetos. Os conceitos de racionalização e construtibilidade dos projetos, por exemplo, também podem ser adotados pela construtora em curto prazo, já que ela dispõe de um corpo técnico qualificado e experiente que precisa ser inserido no processo desde sua etapa inicial.

É necessário, porém, a mobilização da empresa, liderada por um motivador, um profissional estratégico apoiado pela alta direção para conduzir as mudanças e assim viabilizar este princípio de transformações. Pode-se, por exemplo, escolher um empreendimento da empresa, menos complexo, e adotá-lo como plano piloto para

utilização de novas ferramentas e agentes no processo. Neste protótipo, pode-se fazer a integração da equipe do escritório e obra para análise dos projetos em todas as etapas de desenvolvimento, criar um banco de dados das soluções já utilizadas em outras obras e utilizar-se deste histórico, promover um maior envolvimento dos projetistas entre si e com a equipe da obra (representada por seu engenheiro responsável) e estudar melhores formas de gerenciar e atualizar as informações, seja por documentos ou por *softwares*.

É importante ressaltar que, todo processo de mudanças demanda tempo e investimentos para adaptação e qualificação dos profissionais. Obtendo-se sucesso neste primeiro ciclo de transformações, a construtora Alpha pode almejar a utilização de recursos mais avançados e complexos, como o BIM. Os conceitos de coordenação e compatibilização de projetos são antigos e primordiais para garantia de qualidade do processo, porém, a sua forma de utilização vem se tornando obsoleta e ineficiente para as demandas e configurações atuais do mercado. O BIM é um sistema que surgiu para aprimorar o uso destes conceitos, integrando e possibilitando a simultaneidade de várias etapas antes sequenciais, permitindo melhor compreensão do projeto, análise e obtenção de dados desde sua concepção em tempo reduzido. Entende-se que a tendência do mercado é manter-se extremamente competitivo nesta fase pós aquecimento, assim, os prazos para desenvolvimento e execução dos empreendimentos continuarão muito restritos e os proprietários se tornarão cada vez mais exigentes. As incorporadoras e construtoras precisarão continuar aprimorando seus processos buscando alternativas para otimizar seus procedimentos de criação e análise em prazos curtos. Atualmente, tem-se no BIM uma das principais ferramentas para atender esta necessidade.

O que se percebe é que esta nova realidade cria um dilema para estas empresas já precisam otimizar seus processos sem paralisar o andamento de suas atividades. Por isso, a idéia de se criar projetos pilotos e protótipos é indicada, contando sempre com o apoio da alta direção e a presença de um motivador, para que a transição ocorra, mesmo que demande tempo e enfrente percalços.

Além disso, algumas condições podem favorecer também as transformações no processo e são baseadas numa mudança de mentalidade em toda a empresa:

- Integração de todos os setores da empresa. É fundamental que todos entendam a importância e participação de cada um no processo de concepção, desenvolvimento e execução de um empreendimento, que se enxerguem como engrenagens de um sistema único;
- Formação de profissionais. Os estagiários e *trainees* devem ser qualificados para atender a nova realidade da empresa, tornando-se agentes diretos na disseminação dos conceitos. Devem ser colaboradores das equipes multidisciplinares envolvidas na coordenação de projetos.
- Parcerias com fornecedores e projetistas. Estes agentes precisam ser valorizados e também responsabilizados por transtornos no processo. Contratos firmados devem prever cláusulas que propiciem a participação nos lucros de projetistas diante do resultado positivo do empreendimento, porém, devem também cobrar indenizações perante prejuízos. Especificações equivocadas, soluções que gerem patologias ou comprometam o uso e bom funcionamento da edificação devem ser respondidas pelos projetistas. Muitas construtoras arcam integralmente com a manutenção de empreendimentos por um determinado prazo e os projetistas muitas vezes nem são comunicados dos problemas detectados, muitos deles de sua responsabilidade. Fornecedores devem ser qualificados quanto à qualidade dos materiais entregues, atendimento e prazos cumpridos. Este banco de dados é fundamental para os empreendimentos futuros.
- Envolvimento dos setores com as obras. Muitas vezes, os profissionais dos setores locados no escritório das construtoras não têm qualquer vivência de obra não compreendendo seus processos, seu dinamismo, sua logística e, principalmente, sua urgência. O “carro chefe” de uma construtora é a obra; sua saúde financeira está diretamente relacionada ao resultado desta atividade,

tornando-se imprescindível esta integração. Esta demanda também é direcionada aos projetistas. Eles são um dos principais interessados em saber se suas soluções foram eficientes e adequadas para manterem ou não sua utilização em projetos futuros. Muitos deles nunca vão às obras, não participam desta análise no local e não criam um banco de dados com o histórico de suas soluções. Retroalimentar o sistema, este procedimento é um dos mais importantes no processo de desenvolvimento de projetos.

É um caminho sem volta. Estas novas ferramentas de gerenciamento do processo de projetar já são amplamente difundidas e utilizadas na indústria, principalmente automotiva. Como já mencionado, os conceitos de BIM e engenharia simultânea, por exemplo, surgiram de necessidades da indústria em se tornar mais competitiva, sendo posteriormente trazidos para a construção civil. Entende-se que os conceitos existem e as ferramentas mais diversificadas estão disponíveis para implementá-los, mas o grande desafio está na mudança de pensamento, na mentalidade dos profissionais já habituados com os processos atuais bem como na necessidade de apoio e investimento da alta direção das construtoras. Não somente as empresas da construção civil, mas as universidades devem se adequar a esta nova formação exigida; profissionais com capacidade de integração e entendimento do todo, qualificação multidisciplinar, liderança, adeptos às novas soluções de tecnologia da informação, de gerenciamento de informações e conscientes da responsabilidade de cada etapa e agente para o sucesso do produto final.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Desempenho de Edificações Habitacionais. NBR 15.575, 2013.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura. NBR 13532, 1995. 8p.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Elaboração de Projetos de Edificações. NBR 13531, 1995. 10p.

AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. Manual de Contratação de serviços de Arquitetura e Urbanismo. Ed. PINI, São Paulo, 1992. 107p.

AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. Manuais de Escopo. Disponível em: <http://www.manuaisdeescopo.com.br/>. Acesso em maio, 2013.

BALDWIN, A. N.; AUSTIN, S. A.; HASSAN, T.M. “**Modeling information flow during the conceptual and schematic stages of building design**”. In: Construction Management and Economics, 1999.

BARROS, M.M.S.B., MELHADO, S.B. **Produção de estruturas de concreto armado de edifícios**. São Paulo: EPUSP (Texto técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP). Departamento de Engenharia de Construção Civil (TT/PCC/04), 1993.

Boom Imobiliário no Brasil, Revista IstoÉ, Ed. 2114 de 14 maio, 2010.

CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

CLAUSING, Don. **Total Quality Development – A Step-by-Step Guide to World-Class Concurrent Engineering**. New York: ASME Press, 1994.

FABRÍCIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. Tese (Curso de Pós - graduação em Engenharia Civil), São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1999. 206p.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de Projetos**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante), São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT, 2003.

GRIFFITH, A. **Buidability: the effect of design and management on construction**. In: CIB TRIENNIAL CONGRESS, 10, Washington, 1986. Advancing building technology: proceedings, Gaithersburg, 1986, v.8, p.3504-12.

GRILO, L. M. ; MELHADO, S. B. **As mudanças no cenário competitivo e os novos desafios para o setor de projetos**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza, 2002.

KRUGLIANSKAS, I. **Engenharia Simultânea: organização e implantação em empresas brasileira**. Revista Administração, São Paulo, v.28, n.4, p.104-110, out/dez 1993.

LAISERIN, Jerry. **Comparing Pommés and Naranjas**. LaiserinLetter # 15 (2002) <<http://www.laiserin.com>>. Acesso em maio, 2013.

MAWAKDYE, A. **Qualidade**. Revista Técnica, São Paulo, – nov./dez. 1993.

MOTTEU, H., CNUUDE, M. **La gestion de la qualité durant La construction: action mencee en Belgique par le comité “Qualité dans la Construction”**. In: CIB TRIENNIAL CONGRESS, Paris, 1989. Quality for building users throughout the world. S.I., CIB, 1989. v.1, t.3, p.265-76.

NEVES, R. M.; FORMOSO, C. T. **Método para identificação de competência**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. São Carlos: UFSCar, EPUSP, UNICAMP, 2003.

PMBOK GUIDE. Project management body of knowledge. Versão em português, tradução PMI MG. Minas Gerais, 2000.

PMI – Project Management Institute. **PMBOK - Um Guia do Conjunto de Conhecimentos do Gerenciamento de Projetos**. Edição 2000. New Square, PA.: Four Campus Boulevard, 2002. cap.11, p.127-146.

SANTOS, Adriana P. L.; WITICOVSKI, Lilian C.; GARCIA, Luciana E. M.; SCHEER, Sergio. **A Utilização do BIM em Projetos de Construção Civil**. IJIE- Iberoamerican Journal of Industrial Engineering. Florianópolis, SC, vol. 1, n. 2, p. 24-42, dez. 2009, ISSN 2175- 8018.

SMITH, Dana K.; TARDIF, Michael. ***Building Information Modeling: a Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers***. 186 p. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, USA, 2009.

SOUZA, A. L. R. **O projeto para produção das lajes de concreto armado de edifícios**. Tese de Mestrado. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1996.

SOUZA, A. L. R., MELHADO, S. B. **A importância do projeto para produção no incremento a qualidade do produto edifício**. Congresso Latino Americano de Tecnologia e Gestão na Construção de Edifícios. EPUSP- São Paulo, nov. 1998.

STEHLING, Miguel Pereira. **A utilização de modelagem da informação da construção em empresas de arquitetura e engenharia de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Construção Civil, do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da Universidade Federal de Minas Gerais.

YAZDANI, B.; HOLMES, C. **Four models of design definition: sequential, design centered, concurrent and dynamic**. Journal of Engineering Design, VOL 10, n.1, 1999, p.25-37.

YESSIONS, Chris I. **Are we forgetting Design?** AECbytes Magazine, November 24, 2004. Disponível em: www.aecbytes.com/viewpoint/2004/. Acesso em maio, 2013.