

GESTÃO DE PROJETOS MODULARES COM O AUXÍLIO DA TECNOLOGIA BIM¹

Thiago Bruno Scussiato Merlo²

RESUMO

Entre clientes e incorporadores nasce um mercado cada dia mais competitivo, em busca da satisfação do consumidor final. Com o intuito de que as construções sejam eficazes com maior padrão na qualidade, o mercado precisa de adaptações necessárias. O que acarreta o surgimento de novos profissionais que desempenhem o papel do responsável pela gestão e bom andamento do empreendimento. Os meios construtivos tradicionais já não se enquadram neste novo comportamento, as construções modulares começam a ganhar espaço pela dinâmica construtiva e a forma com que são empregadas. A facilidade constante e a possibilidade das flexibilizações cada vez mais eficazes tendem a deixar menores margens de erros, adaptações mais fáceis e menor tempo de execução. Os avanços tecnológicos e a utilização da tecnologia BIM direcionam os novos tempos para o mercado da construção civil, facilitando as compatibilizações de projeto, gerando relatórios, cronogramas e tabelas que auxiliem o controle total de todo o processo desde a concepção até sua manutenção.

Palavras-chave: Gestão. Modulações. Gerenciamento. Compatibilidade.

ABSTRACT

Among customers and building developers, an increasingly competitive market is born, which searches for the ultimate consumer satisfaction. In order to have more effective buildings with a higher standard in quality, the market needs adaptations, fact that causes the emergence of new professionals who can perform the manager role for the management and smooth running of the project. The traditional construction means no longer fit this new conduct, thus the modular buildings are gaining space for constructive dynamic and the way in which they are applied. The constant facility and the possibility of increasingly effective adjustment tend to make the margins of error smaller, facilitating the adjustments and shortening the execution time. Technological advances and the use of BIM technology guide the new times for the civil construction market in order to facilitate project compatibility as well as to generate reports, schedules and tables that help the complete control of the entire process from conception to maintenance.

Keywords: Management, modulations, compatibility.

¹ Artigo apresentado à Universidade Comunitária da Região de Chapecó, como requisito para obtenção do título de Arquitetura Comercial com Ênfase em Construtibilidade, sob orientação do Prof. Me. Carlos Eduardo Nunes Torrescasana.

² Graduado em Arquitetura e Urbanismo. e-mail: thiagobsmerlo@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

Com um mercado imobiliário cada dia mais exigente, diversos aspectos têm sido tratados para a eficácia de padrões de qualidade que estão inseridos no processo de concepção de um empreendimento. Dentre as maiores exigências das incorporadoras estão:

- Agilidade no processo projetivo;
- Curto prazo para a execução;
- Rápido retorno financeiro;
- Menor número de imprevistos (causa constante de retrabalho e custos não orçados).

O produto final da edificação entregue com qualidade ganhou destaque e tornou-se um item fundamental para o cliente. Incorporadoras e construtoras buscam reduzir prazos, custos, e ter retorno rápido. Esse processo faz com que as empresas busquem se adequar a este novo perfil de consumidor, elaborando estratégias operacionais para atender suas demandas. A aplicação do processo de Gerenciamento pela Qualidade Total (GQT) vem para tentar minimizar as falhas de processos e projetos tardiamente (FORMOSO, 1995).

Um sistema que possa complementar e determinar estatísticas que comprovem a eficácia do produto final entregue ao cliente torna-se comum para atender os padrões exigidos. Por tanto, é necessário que os objetivos sejam integrados, possuam desenvolvimento conjunto e bases de acordo com as normativas em exercício. Desta forma, a implementação de um conjunto de ações planejadas e sistemáticas, desde a concepção da edificação, gera confiança ao cliente de que serão atingidos os requisitos de qualidade estabelecidos ou acordados (HELMAN; ANDERY, 1995).

Inúmeras condicionantes estão ligadas à qualidade final do produto durante o processo, por isso é necessário coerência durante a estruturação afim de que atenda as demandas solicitadas. Encontramos relutância nos diversos pontos de vista, tendo em vista a grande quantidade de profissionais envolvidos nas diversas áreas, como representado no organograma (figura 1).

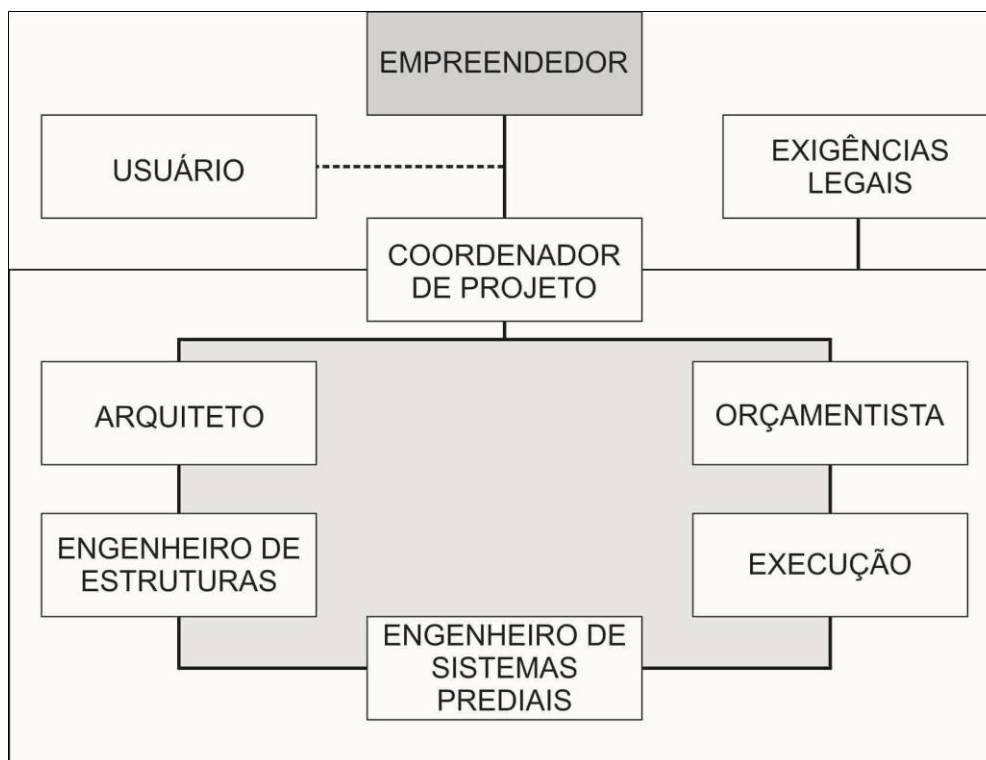


Figura 1. Organograma da equipe multidisciplinar.

Fonte: Adaptado de Melhado (1994).

Torna-se necessário que todas as etapas desde sua análise de viabilidade até a concepção da construção sejam planejadas e compatibilizadas, possuindo um gestor que integre todos os aspectos relativos. Graziano (2003) afirma que podemos elencar as dificuldades com os seguintes itens:

1- Por responsabilidade do consumidor:

- a) Atraso na tomada de decisões que contribuem com o desenvolvimento do projeto;
- b) Dados obscuros, incorretos e ou inconsistentes que são utilizados na base da elaboração do projeto;
- c) Falta de profissional com conhecimento e capacidade para análises técnicas dos itens constantes nos projetos e que influenciam as tomadas de decisões.

2- Por responsabilidade da equipe de projeto:

- a) Falta de interesse e desconhecimento referentes aos demais projetos (fases e necessidades);
- b) Descompromisso com a compatibilização;
- c) Falta de padronização em documentos e na troca de informações;
- d) Conhecimento escasso sobre as técnicas executivas.

3- Exemplos contemporâneos:

- a) Levantamento topográfico mal efetuado;
- b) Indefinição de materiais como fechamentos, aberturas, revestimentos;
- c) Definições tardias que ocasionam a falta de compatibilidade;
- d) Definições abrasadas do canteiro.

Assim temos a possibilidade de listar aspectos que têm início durante o andamento e na concepção projetual. Segundo Vanni (1999), algumas das origens ligadas às falhas podem ser destacadas:

- a) Projetos com dados faltantes;
- b) Incompatibilidade nos projetos envolvidos;
- c) Alterações;
- d) Conflitos entre as áreas distintas dos projetos;
- e) Falta de coordenador;
- f) Reuniões sem foco específico e má condução, que acarretam em tempo perdido;
- g) Especificações de materiais incorretas;
- h) Ausência de detalhamentos;
- i) Dificuldade de interpretar e representar graficamente;
- j) Planejamento inapropriado;
- k) Ausência de parâmetros de padrão e construtibilidade.

Para conter sintomas como esses, o mercado busca cada vez mais a compatibilização de projetos, melhorando as tecnologias e facilitando a vida dos profissionais envolvidos. A tecnologia *Building Information Modeling* (BIM), que utiliza a modelagem paramétrica para desenvolver um protótipo de edificação virtual, permite a visualização 3D na qual são englobadas as partes comprometidas no processo, desde seu início até a etapa final da obra. Assim, é possível gerar relatórios que possibilitem a chegada de informações ao coordenador responsável por eventuais imprevistos. Na visualização de projetos em 2D, muitas vezes é necessário que o responsável pela compatibilização precise redesenhar muitos detalhes como cortes e/ou vistas nos arquivos enviados a ele.

Segundo Ferreira, R. (2007), diversas das origens das patologias estão ligadas a representações típicas dos desenhos bidimensionais por possuírem delimitações. E, dessa forma, as incompatibilidades surgem, fazendo com que diversas decisões tenham que ser tomadas no local em caráter de urgência, gerando retrabalho.

Todos os processos devem ser objetivos, sucintos e desenvolvidos com base nas normas técnicas brasileiras, artigos técnicos publicados em livros, revistas técnicas e publicações setoriais e na experiência acumulada dos técnicos de diversas áreas da empresa. Os registros de qualidade dos serviços também devem ser anotados em formulários específicos denotando que o controle de qualidade foi realmente realizado. Isto permitirá a retroalimentação efetiva do sistema de qualidade e a composição do arquivo de qualidade da obra, além de possibilitar o rastreamento, caso ocorram anomalias e patologias construtivas (SOUZA; MEKBEKIAN, 1996, p. 92).

2 METODOLOGIA

O trabalho busca a revisão e análise de informações já existentes que sirvam como norteadoras e que auxiliem na compatibilização das tecnologias modulares com o auxílio dos softwares disponíveis, possibilitando a exposição dos resultados diagnosticados, os quais vêm a auxiliar no processo projetivo e a delimitar e minimizar patologias constantes que são visualizadas. Para isso, buscou-se fazer uma pesquisa bibliográfica em artigos, livros e publicações que comprovassem a eficácia entre as tecnologias. Assim, se tornou necessária à compreensão de sistemas de gerenciamento capazes de administrar todo o processo existente. Assim como o papel de facilitador das modulações integradas a visualizações 4D que comprovadamente possibilitam as áreas comerciais menor prazo de execução, maior valor agregado, rápido retorno, e facilidade na montagem.

3 CONSTRUÇÕES MODULARES

3.1 DEFINIÇÃO DE CONSTRUÇÕES MODULARES

Construções modulares são edifícios ou casas pré-fabricadas que consistem em um processo construtivo, em que a união de módulos ou seções pré-fabricadas, buscam medidas padronizadas, materiais pré-definidos, encaixes e componentes que possibilitam diminuir o tempo da execução. Nesse aspecto, a agilidade para a montagem da obra exige conhecimento prévio das formas construtivas empregadas e como elas se inter relacionam e quais as soluções que podem ser empregadas para que todos os sistemas minimizem imprevistos. A prevenção antecipada de possíveis problemas que possam ocorrer durante a montagem dos módulos vêm ao encontro das novas ferramentas de mercado e da utilização de novas tecnologias disponíveis. Novas plataformas de programas para a construção civil ganham espaço e possibilitam diagnósticos antecipados nestas relações entre projetos. A

interoperabilidade une os elementos dos setores responsáveis por todas as fases da obra e integra o conjunto mesmo antes do seu início, propiciando assim menor perda de material, maior limpeza, agilidade na montagem, compatibilização de projetos organizada para que as inter relações identifiquem as melhores opções que possam ser exploradas. O estudo do sistema 4D direcionará a uma forma de como é possível efetuar a implantação de um sistema de planejamento integrado e contínuo entre as áreas afins.

3.1.1 Construção industrializada x tradicional

Segundo Grazia (1988 apud MELHADO, 1994), a adoção de sistemas construtivos divide-se em duas categorias pelo grau de industrialização de seus produtos:

- Quando a construção é industrializada, a aplicabilidade de princípios e técnicas é total (em que o autor cita o exemplo da empresa japonesa SEKISUI, de Tóquio, onde até mesmo o princípio da manufatura flexível foi adotado com sucesso, para permitir adaptar a produção às necessidades de cada cliente);
- Quando a construção é tradicional, com geração de produtos únicos, não se tem as mesmas facilidades de implementação, mas o autor considera que a qualidade, enquanto filosofia pode contribuir de forma significativa.

Geralmente uma empresa ligada à construção de edifícios, encontra-se na segunda categoria, devido ao conhecimento dos processos e a mão de obra existente já adaptada à realidade dos tradicionais processos construtivos, dificultando, assim, a implantação de sistemas de qualidade.

3.2 CONTRUÇÕES MODULARES COMO FACILITADORES

A construção modular dia a dia alcança um novo patamar no mercado imobiliário. Segundo Mascaró (1976), a coordenação modular é “um mecanismo de simplificação e inter-relação de grandezas e de objetos diferentes de procedência distinta, que devem ser unidos entre si na etapa de construção (ou montagem), com mínimas modificações ou ajustes”.

Com esta análise, percebe-se que o atual nicho de mercado exige prazos curtos e clientes rigorosos. Torna-se necessária a busca por formas de construção que atendam esse mercado. Esta constante fez com que as indústrias buscassem alternativas rápidas, que tenham capacidade de repetição em seu processo de fabricação e transporte simultâneo. Dessa

maneira todas as partes de uma mesma construção podem ser fabricadas ao mesmo tempo, tendo sua chegada até o local da obra.

As modulações auxiliam este processo pela sua padronização, cada módulo possui uma função específica definida para uma função e se unem para formar um único elemento. Eles podem ser alinhados lado a lado na ordem de colocação. As modulações permitem uma grande variedade de configurações e estilos em um mesmo edifício. Dentre os tipos de modulação, temos os conhecidos como pré-fabricados, os quais devem estar de acordo com as legislações em vigor. Lucini (apud GREVEN; BALDAUF, 2007, p. 34) define Coordenação Modular como sendo “o sistema dimensional de referência que, a partir de medidas com base em um módulo predeterminado (10 cm), compatibiliza e organiza tanto a aplicação racional de técnicas construtivas como o uso de componentes em projeto e obra, sem sofrer modificações”.

Tomando-se por base estas ponderações, a proposta do trabalho é responder a seguinte questão: como compatibilizar os processos de projeto, integrando os profissionais envolvidos no sistema construtivo de modulações, voltados para a construção comercial e se os atuais *softwares* disponíveis no mercado podem auxiliar na identificação das incompatibilidades de projeto?

Greven (apud GREVEN; BALDAULF, 2007, p. 34), define que a construção modular é a ordenação dos espaços na construção civil. Sendo assim, ela deve ser um instrumento utilizado para facilitar a compatibilização de medidas na construção civil. A grande quantidade de processos construtivos existentes mostram uma elevada taxa de desperdício e baixa produtividade, ligados à falta de conectividade entre os componentes utilizados.

Cada sistema construtivo possui características específicas que em diversos casos mostram-se incompatíveis. Tal constatação tem influência direta na forma de projetar. É necessário que o projetista tenha conhecimento e percepção da obra como um conjunto de fatores que devam ser planejados. Sua gestão de projeto deve simplificar e possibilitar que as formas de produção tenham maior produtividade, qualidade e menores desperdícios. Assim, agregamos ao empreendimento o caráter de melhor sustentabilidade e maior agilidade de execução.

Na prática, todas as construções são feitas de partes, que tem sua união no canteiro de obras ou na indústria a partir de componentes que agrupados formam um elemento. Em determinados casos, a união se dá de forma simples pela maleabilidade e medidas adaptáveis. As formas rígidas podem ter formatos e tamanhos definidos e compreendem como os

componentes construtivos terão sua união na obra. Para este processo será necessário que as dimensões sejam combinadas aos elementos como aberturas, pisos e coberturas. No caso da construção modular, os fechamentos devem possuir tamanho pré-definidos, em diferentes casos a possibilidade de alterações dos vãos no canteiro de obras torna-se impossível, pela rigidez do componente.

Nesse caso, os projetos devem ser equacionados a formarem encaixes que serão montados no canteiro de obra. Este acordo entre as partes deve ser feito ainda na fase de projeto entre projetistas e construtores. Quanto maior o número de agentes envolvidos no processo maior e mais clara deve ser a comunicação para que todas as partes tenham acesso e compreendam as especificidades necessárias para a operação.

Uma das peças chaves para a coordenação modular é enquadrada na quantidade de medidas dos componentes construtivos. Segundo a NBR 5.706, “módulo é a distância entre dois planos consecutivos do sistema que origina o reticulado espacial modular de referência”. Conhecido como módulo-base, o módulo é universalmente representado por “M”. Adotado pela maioria decímetro (10 cm), 1950 estão em vigor no Brasil, com a publicação da NB-25R.

Com isso podem se formar módulos de diferentes tamanhos, adaptados a espaços e que quando combinados formem o fechamento. Os fabricantes, buscando a adaptação às realidades do mercado, possuem uma grande gama de fechamentos. Dentre eles, podemos citar os painéis termoacústicos, o *steell frame*, blocos de concreto e alvenaria estrutural. Em todos os casos é necessário projetar as modulações com fatores de tolerâncias para possíveis ajustes. É necessário indicar os valores, pois desta forma pequenos desvios nas medidas tem menores chances de gerar erros para outros componentes.

De certa forma, os componentes tem, por assim dizer, certo jogo de cintura, o qual é compensado pela junta. Ressalta-se que não se deve ultrapassar o plano de coordenação que delimita o espaço em que está inserido. Como exemplo, podemos citar as esquadrias que tomam o vão da modulação.

3.3 TEMPO DE EXECUÇÃO X CUSTO

Segundo Barros Neto, Fensterseifer e Formoso (2003), definem-se prioridades competitivas como sendo um conjunto consistente de critérios que a empresa tem de valorizar para competir no mercado.

Segundo seus estudos, a relação entre os desejos dos clientes e os critérios

competitivos adotados em relação à produção das construções pode ser exibida no quadro 1:

DESEJOS DOS CLIENTES	CRITÉRIOS COMPETITIVOS DA PRODUÇÃO
PREÇO Menor preço Condições de pagamento	CUSTO Menor custo (aumento da produtividade) Adequação ao fluxo de caixa
PRAZO Prazo de entrega Garantia de entrega no prazo	DESEMPENHO NA ENTREGA Velocidade de produção Confiabilidade de entrega
PRODUTO Desempenho do produto Possibilidade de alterações Introdução de novos produtos	QUALIDADE Conformação com os contratos Conformação com os projetos Qualidade do processo (boa execução) FLEXIBILIDADE Flexibilidade do produto INOVAÇÃO
SERVIÇOS ASSOCIADOS Durante a construção Após a construção	SERVIÇOS Atendimento Assistência técnica

Quadro 1. Relação dos desejos dos clientes com os critérios competitivos da função produção das empresas de construção de edificações.

Fonte: Barros Neto, Fensterseifer e Formoso (2003, p. 75).

Um dos maiores fatores relacionados à construção refere-se ao que diz respeito a setor financeiro. Os altos custos de produção interferem diretamente nos pagamentos e nas condições propostas para serem efetuados. O valor de cada parcela pode definir a tomada de decisões por suas ligações com as incorporadoras e construtoras para que a execução aconteça rapidamente e possibilite uma entrega ágil com um padrão de qualidade mínimo para que se atinja a satisfação do cliente final.

A velocidade de produção caracteriza-se pela capacidade de uma empresa fazer determinada atividade mais rápido que a concorrência. Para a construção de edificações, este critério é valorizado em nichos de mercado onde os empreendimentos precisam de um retorno rápido do investimento. Normalmente são obras comerciais (*shopping centers*, hotéis, hospitais etc.). Nas obras residenciais, ele não é tão valorizado, porque os compradores frequentemente não têm condições financeiras para suportar a aceleração do ritmo de produção. Exceções à regra são os empreendimentos financiados por investidores (BARROS NETO; FENSTERSEIFER; FORMOSO, 2003, p. 76).

Para tanto, o prazo é uma importante variável para a escolha final, a partir dele é que o investidor poderá efetuar estudos de viabilidade econômica e analisar o tempo e a forma do retorno do investimento. As construções modulares diminuem significativamente o tempo de

execução da obra, pois possuem medidas padrões que ao serem aplicadas diminuem os índices de patologias geradas na execução. Com encaixes precisos e locação pré-determinada sua montagem com um grande quebra cabeças determina todos os espaços previamente.

3 GESTÃO DE PROJETOS

Segundo Shenhar et al. (2003 apud KAWANAMI et al., 2008, p. 4), o planejamento é fundamental para o sucesso de um projeto, não porque pode garantir o sucesso, mas sim porque ele diminui as incertezas presentes em qualquer projeto. Além disso, a participação de todos os *stakeholders* é fundamental para o sucesso do projeto em todo o seu ciclo de vida. O *Project Management Institute* através do Guia PMBOK (2008, p. 12) afirma que:

O gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos. O gerenciamento de projetos é realizado através da aplicação e integração apropriadas de 42 processos agrupados logicamente abrangendo em 5 grupos.

Ainda, segundo o Guia PMBOK (2008, p. 12), estão inclusos no gerenciamento:

- Identificação dos requisitos;
- Adaptação às diferentes necessidades, preocupações e expectativas das partes interessadas à medida que o projeto é planejado e realizado;
- Balanceamento das restrições conflitantes do projeto que incluem, mas não se limitam a escopo, qualidade, cronograma, orçamento, recursos e risco.

Todo projeto possui vários “atores”, chamados de partes interessadas ou *stakeholders*. São essencialmente as pessoas, áreas, organizações ou comunidades que podem ser afetadas de forma positiva ou negativa pela execução do projeto e/ou pelo produto do projeto (LIMA, 2009, p. 3).

Segundo Melhado (2005), a gestão de projetos é o item que compreende um determinado conjunto de ações que envolvem o planejamento, organização, direção e controle do processo de projeto. Para o autor, ainda pode ser elencado na gestão o envolvimento das seguintes tarefas:

- Estudos de demanda;
- Estudos de mercado;
- Prospecção de terrenos;

- Captação de investimentos;
- Captação de fontes de financiamento da produção;
- Definição de características do produto a ser construído;
- Formação de equipes;
- Estabelecimentos de prazos;
- Etapas do projeto;
- Gestão da interface com os clientes.

Loen (1974) define a coordenação da seguinte forma: “é cuidar para que as atividades sejam executadas com respeito à sua importância e com um mínimo de conflito”. Percebemos então que o sucesso do projeto está proporcionalmente ligado a um sistema de coordenação e gerenciamento que busca a qualidade final do empreendimento. Oliveira (2003 p. 208) afirma que projetar com qualidade é, com base nas necessidades e informações do cliente, gerar alternativas (soluções) que realmente resolvam o problema proposto, que sejam exequíveis e economicamente viáveis, e decidir de forma racional entre elas.

Quanto maior o número de informações disponíveis para o coordenador maior será a precisão das definições necessárias. Todas as necessidades expostas, assim como seus parâmetros serão expostos, analisados de forma sensata entre os envolvidos, para que ocorra a fusão coerente entre as partes integrantes. A viabilidade dos sistemas de gestão vem sendo apresentada às incorporadoras e dando resultados quando o desenvolvimento estiver adaptado às realidades da empresa assim como as peculiaridades regionais.

Oliveira (2003, p. 209) define:

Sistema de Gestão da Qualidade, de uma forma geral, como um conjunto de elementos dinamicamente relacionados entre si, formando uma atividade que opera sobre entradas e, após processamento, as transforma em saídas, visando sempre o objetivo de assegurar que seus produtos e seus diversos processos satisfaçam às necessidades dos usuários e às expectativas dos clientes externos e internos.

Diante desta questão, observa-se a necessidade de ferramentas que auxiliem o profissional a executar os processos de gestão e compatibilização rapidamente, para que os retornos e as soluções possam ser repassados aos responsáveis com clareza.

4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A necessidade da redução de custos, desperdícios, problemas, desgastes decorrentes

das incompatibilidades entre projetos e execução conduz os métodos projetivos para a fase da compatibilização, que tenta conduzir ainda em fase de projeto metodologias que integrem todos os itens constantes em um mesmo projeto.

De acordo com o (SEBRAE/SINDUSCON-PR 1995), a compatibilização é a atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando ao perfeito ajuste entre eles e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade total de determinada obra.

A ação de um projeto é diretamente ligada pela sobreposição das identidades e das interferências entre elas, ocorrendo assim, a compatibilização, segundo Santos, Powell e Formoso (1998).

É importante ressaltar que Melhado (2005) salienta que para compatibilizar os projetos de diferentes atividades, os elementos devem sobrepor-se para que aconteça a conferência entre as interferências, distinguindo desta forma os problemas que ficarão evidenciados possibilitando diretrizes para que a coordenação possa agir solucionando as patologias de projeto. Ressalta-se também, que o processo de compatibilização deve ser feito quando a concepção dos projetos está finalizada, executando desta forma um filtro que detecta possíveis erros.

Da mesma maneira Rodríguez (2005) afirma que a compatibilização de projetos como a análise, verificação e correção das interferências físicas entre as diferentes soluções de projeto de uma edificação.

Melhado (2005, p. 57) expõe que:

A integração entre os diversos agentes do processo de projeto recebeu um maior impulso na década de 90, principalmente com a introdução de sistemas de gestão da qualidade em empresas incorporadoras e construtoras que permitiram maiores discussões sobre a importância do projeto e as mudanças necessárias para melhorar o seu desenvolvimento. O trabalho conjunto dos diversos especialistas de projeto tornou-se fundamental para a compatibilização e coordenação de projetos.

Melhado (2005) ainda menciona que o processo inicia lentamente com a compatibilização de projetos oriundos de construtoras, após a conclusão destes, neste aspecto, não ocorriam grandes avanços para o auxílio na melhoria e na criação de soluções. Com projetos sobrepostos, pequenos problemas eram identificados e corrigidos. Mesmo assim, ainda se fazia necessária à integração entre os agentes envolvidos na concepção do projeto para que as melhorias tivessem um resultado significativo.

Diante do exposto, identifica-se que a compatibilização de projetos pode ser definida

como uma atividade gerenciadora que integra as peculiaridades fundamentais para a averiguação de ingerências entre as partes envolvidas nos projetos construtivos, sistematizando e localizando itens conflitantes. Com base nessas informações pode se elaborar as adequações e serem feitas as propostas necessárias para uma equalização coerente que resulte nos ajustes necessários nas diversas etapas de concepção de acordo com as peculiaridades identificadas, resultando em diminuição de retrabalhos, minimização de tempo, conflitos e agregar qualidade ao produto final.

O procedimento para a compatibilização parte do projeto arquitetônico, podendo ser ainda na fase dos estudos preliminares, quando a flexibilização tem maiores chances de desenvolver em conjunto uma série de soluções relacionadas com os projetos complementares conforme o andamento e elaboração projetual.

Para Callegari (2007), a compatibilização permite a retroalimentação das etapas, corrigindo e propondo novas soluções com o aumento da eficiência. Dessa maneira, a elaboração de futuros projetos terá uma redução de incertezas construtivas. A análise das incompatibilidades entre os projetos possibilita a melhoria da qualidade do processo de projetos, através da sua adequação e eficácia, em que importantes ações corretivas são tomadas para o aperfeiçoamento e a melhoria contínua dos sistemas projetual e construtiva.

Segundo o Dicionário Aulete Digital (LEXIKON, 2013), a compatibilizar define-se em tornar algo ou alguém, conciliável ou compatível com outra coisa, outrem. Isso enfatiza que a compatibilização de projetos é um fator que agrega segurança e confiabilidade ao processo projetivo, compondo-se por uma atividade de gerenciamento e integração em que projetos que ocupem uma mesma construção estejam em conformidade.

De acordo com o Dicionário Aurélio (2013), o termo conformidade está definido com o estado de duas ou de várias coisas entre si. Assim, é possível afirmar que a todos os objetos pertencentes a uma estrutura devem estar em conformidade para que a qualidade possa ser alcançada. Portanto, a compatibilização de projetos é fundamental para que todos os itens estejam em conformidade e possam evitar futuras patologias que possam gerar retrabalho, custos desnecessários e atraso na entrega da obra.

5 PLATAFORMA BIM

Os constantes avanços tecnológicos dos processos produtivos voltados para o setor da construção civil buscam sanar as atuais falhas de integração entre os setores de projeto

durante a fase de concepção. Empresas de pequeno porte não possuem o hábito constante das compatibilizações, o que acarreta fatores negativos ao empreendimento. O primeiro deles é o prazo de entrega que acaba sendo prolongado devido aos imprevistos que geram retrabalho que acaba diminuindo a qualidade da execução e causa o aumento do custo da obra. Um paradigma para os profissionais da área da construção é a migração para a tecnologia BIM.

O sistema batizado com as iniciais BIM que significa “*Building Information Modeling*” marca o início de um novo caminho para a forma de projetar e representar edificações. Anteriormente, os projetos eram feitos em 2D e passados para o 3D como forma de representação apenas para apresentação. Este novo conceito torna-se uma construção digital que possui parâmetros oriundos de um banco de dados com o armazenamento informações para a finalidade de cada componente desenhado, tal qual será executado na obra. De fato, além de aumento de produtividade na elaboração do projeto, a racionalização do processo acontece de forma ágil devido às visualizações em 3D de todos os componentes modelados e parametrizados, comumente, conhecido como Modelagem da Informação da Construção ou Modelo Paramétrico da Construção Virtual (TSE; WONG; WONG, 2005).

Por se tratar de um processo de integralização os *softwares* que utilizam esta tecnologia, ainda existem as possibilidades de que a obra tenha seu planejamento feito integrados com *softwares* externos, este sistema tem capacidade de gerar cronogramas, relatórios, por possuir um grande número de informações da construção que podem ir desde sua concepção, processo construtivo, tempo de execução, prazo de entrega, utilização, manutenção e demolição. Assim, todo elemento que fizer parte da edificação pode ser descrito e integralizado não apenas geometricamente, mas também a qualquer outro aspecto que possua ligação com a edificação (FERREIRA, S., 2007).

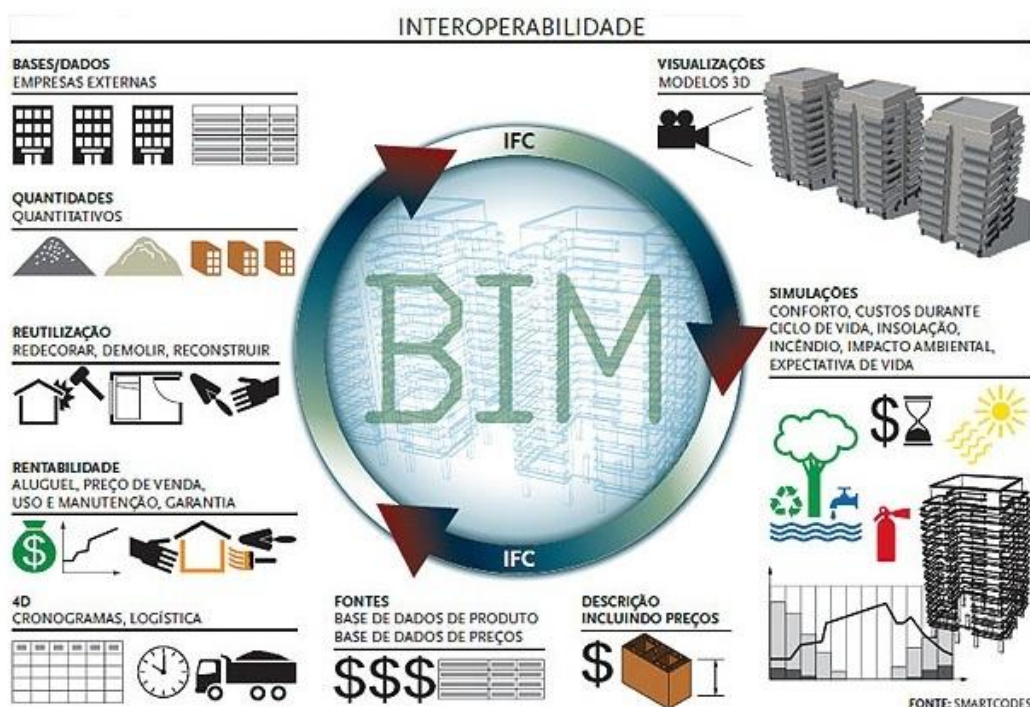


Figura 2. Ciclo do projeto BIM.

Fonte: Rosso (2011, p.61).

Damian e Yan (2007) afirmam que o BIM é uma nova ferramenta e uma solução inovadora para o meio da construção. Com habilidade de eliminar erros ainda na fase inicial do projeto e determinar uma metodologia construtiva com melhor custo-benefício, devido à eliminação de falhas, por possuir todos os elementos modelados em 3D, desta forma eventuais conflitos ou ausência de dados necessários para especificações serão identificados rapidamente e com maior precisão, tornando a ação necessária para a correção facilitada.

Por esse motivo, toda informação necessária para o desenvolvimento que possuam características que impactem nas programações e custos será exposta em um relatório que pode evitar um impacto negativo do processo.

Para Ferreira (2007 apud SOUSA, 2010), um dos desdobramentos mais atuais dos conceitos abrigados pela Engenharia Simultânea aplicados à Engenharia Civil é o uso de BIM. Porém, é tido com uma função que deve seguir inúmeros conceitos criteriosamente elaborados. Ainda, segundo Sousa (2010), essa tarefa só pode ser conduzida graças às novas ferramentas computacionais. No entanto, a utilização da BIM corretamente influencia profundamente a maneira de trabalhar nos empreendimentos de construção. Ferreira, S. (2007) afirma que a discussão sobre a modelo e sua utilização não é meramente técnica. Não se trata de simplesmente aceitar e verificar a maneira mais eficiente de utilizar um modelo tal qual ele aparece implementado em um programa desenvolvido por uma grande empresa de

software de CAD, é preciso utilizar de maneira crítica o modelo, percebendo as vantagens e desvantagens e estudando como usufruir da melhor maneira, e percebendo também as suas falhas e problemas para sugerir mudanças ou correções.

Por possuir a capacidade de controlar todo o ciclo de vida do projeto em tempo real e não mais ficticiamente, o BIM necessita de que o operador do programa passe a ter a necessidade do conhecimento construtivo e não mais somente meios de representação gráficos. As ferramentas internas dos softwares BIM possuem a capacidade de executar comandos e parâmetros que vem para facilitar o trabalho, sua capacidade de pré-programação de parâmetros faz com que as modulações possuam critérios e sejam colocadas de acordo com as imposições, caso deseje a criação de módulos com medidas padrão poderá ser inserido de tal forma que fiquem amarrados entre si e no final do processo seja gerada uma tabela que contenha quantitativos, valores, cronogramas e quaisquer dados necessários para a execução e orçamento.

A possibilidade de detectar incompatibilidades entre os sistemas empregados auxiliam rapidamente, podendo alterar dados com maior precisão e agilidade. Caso ocorram imprevistos e os cronogramas precisem de ajustes, os programas por trabalharem integrados se retroalimentam e ajustam as planilhas conforme a necessidade.

5 CONCLUSÃO

Frente a essas colocações conclui-se que o atual mercado imobiliário está cada dia mais exigente, no tocante a minimização de custos ao cumprimento dos prazos de acordo com os cronogramas para que se obtenha retorno financeiro rápido e a qualidade final do produto sejam alcançadas, assim as incorporadoras iniciam a busca pelos sistemas de Qualidade Total. Nesta caçada pela eficiência, a falta de compatibilização nos projetos é um dos pontos críticos para o insucesso de um empreendimento, com inúmeros imprevistos os custos começam a se elevar, os prazos podem estourar e inviabilizar a construção, assim como, denegrir a imagem do empreendedor.

Podemos verificar que as possíveis carências nas compatibilizações de projetos entre as áreas envolvidas estão correlacionadas aos softwares disponíveis no mercado, os sistemas de projeto em 2D tem maior dificuldade para a visualização por não fornecerem um modelo tridimensional. Este tipo de visualização exemplifica claramente um modelo da edificação com todos os sistemas necessários para seu funcionamento. No entanto, é necessário salientar

que todos os envolvidos precisam alimentar com o maior número de dados possível, o projeto para que o sistema funcione corretamente. As decisões tomadas tardiamente podem acarretar em alterações de projetos e a necessidade de novas verificações para tomadas de decisões. Isso enfatiza a necessidade de um profissional habilitado que tenha o papel de gestor, que compreenda o processo com um todo e possua conhecimentos em todas as áreas para que possa definir os papéis que cada um terá durante o processo.

Os sistemas modulares mostram que, se empregados corretamente, têm um papel facilitador em todo o processo desde sua concepção até sua execução, por terem medidas padronizadas. Dessa maneira torna-se necessária a ordenação para a montagem e um número menor de peças, funcionando como um grande sistema ordenado e racionalizado que, por possuir menor variabilidade de dimensões, está menos propício a eventuais erros. Em suma, as carências geradas pela incompatibilização ocorrem devido à insuficiência de dados, falta de comunicação, gestão, má administração.

Deduz-se que o esclarecimento de como as novas tecnologias disponíveis no mercado podem auxiliar a diminuição das deficiências de projeto e explicar como as formas de projeto evoluem constantemente fazendo que o responsável esteja com constante atualização para a eficácia do processo.

REFERÊNCIAS

BARROS NETO, José de Paula; FENSTERSEIFER, Jaime Evaldo; FORMOSO, Carlos Torres. Os critérios competitivos da produção: um estudo exploratório na construção de edificações. **Rev. Adm. Contemp.**, v. 7, n. 1, p. 67-85, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rac/v7n1/v7n1a04.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2013.

CALLEGARI, S. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

DAMIAN, P.; YAN, H. **Benefits and barriers of building information modelling**. Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University, UK, 2007.

DICIONÁRIO AURÉLIO. **Significado de conformidade**. Disponível em: <<http://www.dicionariodoaurelio.com/Conformidade.html>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

FERREIRA, R. C. **Uso do CAD 3D na compatibilização espacial em projetos de produção de vedações verticais em edificações.** 2007. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FERREIRA, S. L. Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): contribuição das ferramentas ao processo de projeto e vice-versa. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2007. CD-ROM.

FORMOSO, C. T. Uma experiência de desenvolvimento cooperativo de um modelo para gestão da qualidade. In: **Gestão da qualidade na construção civil: uma abordagem para empresas de pequeno porte.** 2. ed. Porto Alegre: Habitare, 1995.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de projetos.** 2003. 350 p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) – Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), São Paulo, 2003.

GREVEN, H. A., BALDAUF, A. S. F. **Introdução a coordenação modular no Brasil: uma abordagem atualizada.** Porto Alegre: ANTAC, 2007.

GUIA PMBOK. **PMBOK – Project Management Body of Knowledge.** 4. ed. Project Management Institute, 2008. 112 p.

HELMAN, H.; ANDERY, P. **Análise de falhas: aplicação dos métodos FMEA e FTA.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 156 p.

KAWANAMI, D. A. et al. Panorama da formação em Gestão de Projetos em cursos de Engenharia. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável.** Rio de Janeiro, 2008.

LEXIKON Editora Digital. **Dicionário Aulete Digital.** [S.l.]: LEXIKON Editora Digital, 2013. Windows (/Vista/98/2000/2003/7)

LIMA, G. P. **Gestão de projetos: como estruturar logicamente as ações futuras.** Rio de Janeiro: LTC, 2009.

LOEN, R. O. **Administração eficaz.** 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

MASCARÓ, L. E. Y. de. Coordinación modular? Qué es? **Summa**, Buenos Aires, n. 103, p. 20-1, ago. 1976.

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

_____. **Coordenação de projetos de edificações.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. 115 p.

OLIVEIRA, M.; LANTELME, E.; FORMOSO, C. T. **Sistema de indicadores de qualidade e produtividade da construção civil:** manual de utilização. 2. ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1995.

OLIVEIRA, O. J. **Gestão da qualidade na indústria da construção civil.** 2001. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2001.

OLIVEIRA, O. J. (org.). **Gestão da qualidade:** tópicos avançados. São Paulo: Thonson Learning, 2003.

OLIVEIRA, O. J.; MELHADO, S. B. Avaliação de desempenho de projetos e empresas de projeto de edifícios. **Integração**, São Paulo, v. 1, p. 5-10, 2007.

RODRÍGUEZ, Marco Antônio Arancibia. **Coordenação técnica de projetos:** caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações. 2005. 172 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ROSSO, S. M. Especial - BIM: quem é quem. **AU – Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 208, p. 61-64, jul. 2011.

SANTOS, A.; POWELL, J.; FORMOSO, C. T. **Transferência de “know-how” no ambiente da construção civil.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo, Florianópolis, UFSC, v. II, p. 9-17, 27 a 30 de abril 1998. 801 p.

SEBRAE/SINDUSCON-PR (Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas e Micro Empresas do Paraná). **Diretrizes gerais para compatibilização de projetos.** Curitiba: SEBRAE/SINDUSCON-PR, 1995. 120 p.

SOUSA, Francisco Jesus de. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares:** estudo de caso. 2010. 117p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Pernambuco, Recife (PE), 2010.

SOUZA, Roberto de; MEKBEKIAN, Geraldo. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras.** São Paulo: Pini, 1996.

TSE, T. C. K.; WONG, K. D. A.; WONG, K. W. F. The utilization of building information models in nD modelling: a study of data interfacing and adoption barriers. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, v. 10, p. 85-110, 2005.

VANNI, C. M. K. **Análise de falhas aplicadas a compatibilidade de projetos da construção de edifícios.** 1999. 212 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), 1999.