

PROBLEMAS DECORRENTES DE PROJETOS: ESTUDO DE CASO EM UMA OBRA DE FLORIANÓPOLIS

Leticia Mattana

Universidade Federal de Santa
Catarina
Florianópolis, Santa Catarina
Brasil
leticiamattana@outlook.com

Lisiane I. Librelotto

Universidade Federal de Santa
Catarina
Florianópolis, Santa Catarina
Brasil
lisiane.librelotto@gmail.com

RESUMO

Nos últimos anos houve uma grande demanda de obras em todo o país, indicando um crescimento exponencial no setor da construção civil, fato este comprovado através de alguns indicadores dos bancos de dados do CBIC [1]. Estes dados apontam que o consumo nacional de cimento, que em 2014, ficou na média de 6 milhões de toneladas no ano, valor superior ao encontrado no ano de 2011 pela mesma pesquisa. A evolução do emprego na construção civil do ano de 2014, indica que em torno de 7,5% do total de pessoas ocupadas no país estão empregadas no setor da construção civil.

Apesar do crescimento da construção civil, sabe-se que o investimento em inovação e melhores técnicas de gerenciamento não acompanham as demandas do setor, então a realidade na construção civil ainda é a fabricação artesanal e a constante resolução de problemas gerados na execução de obras, os quais são muitas vezes fruto da falta de planejamento e organização das empresas, dos projetistas e dos executores, que geralmente não trabalham como uma equipe integrada.

Ganha destaque nos dias de hoje a ferramenta BIM¹, utilizada em diversos países e que poderá ser a saída para os problemas gerados na construção civil, auxiliando na resolução de conflitos e permitindo maior desempenho e agilidade do setor.

Esta pesquisa aborda os problemas nos projetos de uma obra no Município de Florianópolis, com foco em revisar os erros encontrados nos projetos que impactaram na execução, e como a ferramenta BIM poderia ter auxiliado na solução da problemática, economizando tempo, dinheiro e materiais. Não foram considerados os erros decorrentes de execução da obra.

PALAVRAS CHAVES:

BIM; Projeto; Construção Civil

ABSTRACT

Recent years have seen a great demand for works throughout the country, indicating an exponential growth in the sector, a fact confirmed by some indicators of CBIC databases [1]. These data show that the national cement, consumption

¹ BIM: termo usado para descrever "Building Information Modeling", ou modelagem da informação da construção.

in 2014, was on average of 6 million tons in the year, higher than found in 2011 by the same research. Employment growth in the 2014, year of construction indicates that around 7.5% of total employed people in the country are employed in the construction sector.

Despite the construction growth, it is known that investing in innovation and better management techniques do not follow the demands of the sector, then reality in construction is still small-scale manufacturing and the constant problem solving generated in the execution of works, which they are often the result of lack of planning and organization of companies, designers and performers, who generally do not work as a closed team.

Stands out these days BIM (Building Information Modeling) tool, used in many countries and can be output to the problems generated in construction, assisting in conflict resolution and enabling higher performance and industry agility.

This research addresses the problems in projects of a building in Florianópolis, focused on reviewing the errors found in the projects that impacted the implementation, and how BIM tool could have assisted in solving the problem, saving time, money and materials. No errors resulting from building execution were considered.

KEYWORDS:

BIM; Project; Construction

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, grande parte dos empreendimentos iniciam-se sem um planejamento, orçamento e projetos executivos, o que causa problemas no decorrer da execução da obra. A maioria destes problemas encontrados pelos engenheiros de obras é decorrente de erros de projetos devido à falta de compatibilização e ausência de informações ou definições de materiais [2,3].

Tendo em vista a enorme quantidade de informações que devem ser previamente planejadas, insere-se no mercado internacional a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*).

Esta nova tecnologia visa melhorar os processos na construção civil, com o objetivo de evitar os problemas causados pela má gestão de projetos e os reflexos desta problemática na execução dos empreendimentos.

O BIM permitirá que as pessoas experimentem o edifício virtualmente antes de executar, possibilitando os questionamentos quanto aos materiais e uso de energia, além de ser um exercício social, com foco na colaboração entre as pessoas. A tecnologia é inteligente, mas precisa de profissionais inteligentes para tomar as decisões [4].

Na Figura 1, pode-se verificar uma simulação de um ambiente realizada com um software onde se aplica o processo BIM, ou seja, experimenta-se o ambiente virtualmente antes de executá-lo.

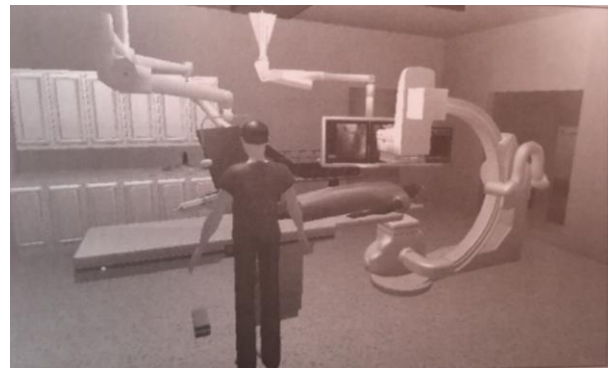


Figura 1 – Exemplo de uma simulação de sala de cirurgia, que permite conhecer o ambiente antes de executá-lo. Fonte: [5]

Com obras cada vez mais complexas e com equipes de projetos geralmente fragmentadas, as construtoras sentem as dificuldades de lidar com o processo do projeto e da execução de obras. A ferramenta BIM tem sido difundida em vários locais do mundo, mas no Brasil ainda não tem uma implementação em massa, apesar de ser uma ferramenta importante para auxiliar no controle e na gestão da construção.

Neste artigo será feita uma análise dos problemas encontrados em uma obra, na qual não foi utilizado software específico para a gestão do processo de projetos e de execução, onde as equipes de projetos e de execução foram subcontratadas, eram fragmentadas e a comunicação entre as equipes era deficiente. No

final será feita uma abordagem da ferramenta BIM como solução para a problemática.

O objetivo da pesquisa é analisar quais são e como poderiam ter sido evitados os problemas decorrentes dos projetos em uma obra da cidade de Florianópolis. Com isso, pretende-se alcançar os objetivos específicos que são, indicar os erros decorrentes dos projetos na obra estudada e descrever como o uso do processo BIM é a solução para estes problemas.

2 PANORAMA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A tendência da construção civil hoje é a urbanização crescente, uma vez que mais de 50% da população mundial vive nas cidades, fato este que desafia os projetistas e construtores. Ainda neste contexto, um grande desafio é a escassez de recursos, o que direciona o mercado a construir usando menos, visando o aumento da eficiência da construção, manutenção e operação dos empreendimentos e garantindo o melhor desempenho. A alta competitividade entre os projetistas e construtores e a alta complexidade nas próprias edificações, aliadas ao cenário atual, geram a necessidade de uso de novas tecnologias, tanto para o projeto como para a execução de edificações [6].

O uso dessas novas tecnologias encontra um cenário desafiador, pois hoje em dia projeta-se utilizando um software de desenho, que apesar de ser uma evolução perante o desenho em papel de algumas décadas atrás, só traz o benefício de acelerar o processo produtivo do desenho em si e não contribui para a melhoria do processo do projeto detalhado, trazendo poucas ou às vezes nenhuma informação relevante para a execução deste projeto. Para o panorama atual da indústria da construção, Eastman [5] esclarece que:

o processo da implementação de uma edificação é fragmentado e depende de formas de comunicação baseadas em papel. Erros e omissões nos documentos em papel frequentemente resultam em custos imprevistos, atrasos e eventuais litígios judiciais entre os vários participantes de um empreendimento. Esses problemas causam atritos, gastos financeiros e atrasos.

Desta forma, o processo de projeto e o processo da execução ainda não se comunicam

como deveriam e segundo Sales et al. [7] o engenheiro de obra não participa da etapa de projeto e o projetista não possui conhecimentos suficientes de execução e, por isso, o detalhamento dos projetos não é feito de forma tão precisa quanto seria necessário. Essa é uma das causas da enorme quantidade de problemas relacionados aos projetos.

Atualmente, na etapa de acompanhamento de obra, o engenheiro de obras é o principal responsável por levar o feedback aos projetistas sobre os problemas dos projetos. "Durante a fase de construção, diversas modificações são feitas no projeto como resultados de erros e omissões não previamente conhecidos, [...], questões sobre o projeto, novos requisitos do cliente e novas tecnologias" [5].

Sales et al. [7] afirmam que as falhas nas especificações dos projetos de arquitetura refletem diretamente no setor de suprimentos e orçamentos, pois se estas informações não são claras e detalhadas, geram conflitos na hora da execução e gastos extras.

Os problemas decorrentes de projetos podem ser evitados se os projetos forem planejados em etapa prévia ao início da execução da obra. Além do planejamento, deve-se focar no detalhamento e no nível de especificação que estará contido nas informações dos projetos.

A reforma para a nova maneira de projetar deverá ser geral, vindo desde os cursos de graduação, onde os futuros profissionais devem aprender a trabalhar juntos e unir conhecimentos em busca de soluções mais abrangentes.

Conforme Florio [8], os estudantes, futuros projetistas, devem entender a sequência de atividades relativas à fase de execução da obra e não apenas limitar os seus desenhos 2D e 3D à fase de criação. O autor ainda afirma que os desenhos em 2D geralmente contêm poucas informações sobre os elementos que compõem o projeto, gerando representações gráficas abstratas ou apenas visuais. O mesmo ocorre aos modelos 3D usuais, que são utilizados apenas para visualização do projeto tridimensional, pois não agregam os valores construtivos e informações úteis aos projetos.

É necessária também uma mudança na cultura empresarial, pois o projeto é visto como uma etapa a ser cumprida e passa a ter seu

tempo e custos cada vez menores, significando apenas um conteúdo legal para aprovação em órgãos públicos. Com isso, o construtor deixa grande parte das decisões para serem tomadas na execução da obra, acarretando graves problemas futuros [9].

Percebe-se que existe uma abertura do mercado nacional para a mudança nos processos, mas a barreira ainda é grande devido à resistência do setor, seja por questões financeiras ou pela comodidade e facilidade em continuar como sempre foi feito. O setor deve receber orientação e mais informações para aceitar de forma gradual as mudanças que o mercado está exigindo e que já fazem parte de algumas empresas, principalmente em outros países.

3 RESULTADOS DO ESTUDO

3.1 Caracterização do ambiente de estudo

O empreendimento estudado neste trabalho é constituído de 3 torres em estrutura de concreto armado reticulada com vedações em alvenaria, cada torre contendo um pavimento subsolo garagem, um pavimento garagem e um pavimento pilotis, 8 pavimentos tipo com 8 apartamentos por pavimento, barrilete, casa de máquinas e caixa d'água.

A área do terreno é de 7.832,496 m², contendo dois elevadores por torre, e pertence a uma empresa de médio porte que constrói edificações residenciais e comerciais de médio e alto padrão em Florianópolis. O empreendimento possui apartamentos de 2 e 3 dormitórios com suíte. A área construída do empreendimento é de 31.321,99 m², os quais foram concluídos com três anos de obra.

Os projetos da construtora pesquisada são terceirizados por escritórios locais de Florianópolis e cada obra possui um gerente de obras (engenheiro), responsável pela execução dos serviços. Os projetos são disponibilizados para o gerente, que é quem faz uma rápida compatibilização e análise dos projetos arquitetônicos e estruturais.

Muitas interferências não são visualizadas pelo gerente, gerando problemas que são resolvidos somente no andamento da obra. Os projetistas e o gerente da obra não costumam

interagir entre si, a menos que o gerente de obra venha a precisar de uma solução para os problemas encontrados na execução, daí existe a procura pelo projetista para resolver a questão.

Vários foram os problemas encontrados no decorrer da execução e a grande maioria oriundos de projetos mal executados, falta de detalhamento de projetos e falta de comunicação entre as equipes envolvidas.

3.2 Métodos, ferramentas e técnica

Os problemas foram detectados a partir da participação da pesquisadora na execução da obra, considerando os registros sobre a execução e reclamações dos proprietários. Muitos dos dados são resultantes das vistorias realizadas para a entrega e alvarás de habite-se dos órgãos públicos. Destaca-se que não foi realizado tratamento estatístico dos dados, apenas uma avaliação qualitativa. Após a identificação dos problemas consultou-se os projetos arquitetônicos e complementares para análise das soluções empregadas e informações fornecidas pelos projetistas.

3.3 Problemas decorrentes dos projetos

Seguindo o padrão usual do processo, na obra estudada houve a análise e compatibilização superficial dos projetos, o que ocasionou problemas na execução, além de gerar dúvidas no andamento da obra devido a diversos motivos. Alguns dos problemas encontrados na revisão de projetos, envolvem:

- Especificações inadequadas de materiais;
- Interferência nos banheiros;
- Falta de acesso às áreas técnicas dos apartamentos e ao *boiler*, para manutenção e limpeza;
- Locação inadequada de vaga de garagem;
- Falta de informações coerentes com o código de obras da cidade e outras normas;
- Falta de informações em projetos;
- Alterações nas equipes de projetos;
- Entre outros.

3.3.1 Falhas de projetos

Vários problemas encontrados na obra em estudo foram oriundos de especificações inadequadas nos projetos, gerando transtornos aos proprietários e reclamações à construtora. Toma-se como exemplo a especificação das papeleiras dos banheiros da suíte, que foram localizadas em espaços inadequados no projeto.

Ao se verificar os projetos percebe-se que a papeleira especificada no detalhamento do banheiro da suíte está em um local inadequado (entre o vaso sanitário e o box) dificultando a colocação do papel higiênico. Quando foi projetado, este detalhe passou despercebido. A Figura 2 mostra que o espaço disponível entre a papeleira e o box é menor que 4 cm.

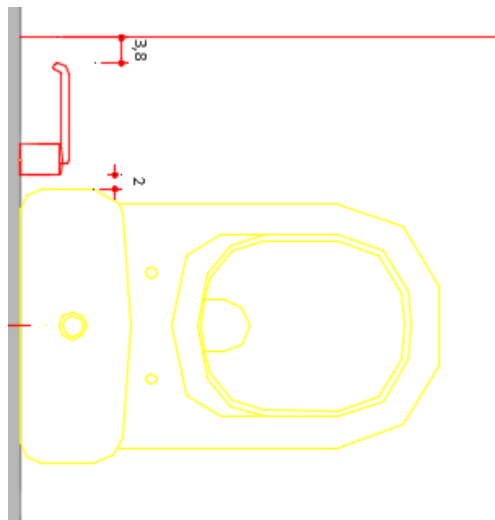


Figura 2 – Exemplo de interferência em banheiro
Fonte: acervo da autora

Outros problemas nos banheiros dos apartamentos também foram constatados, como a porta (de abrir) de acesso a outro banheiro, que abre de encontro ao vidro do box, causando um transtorno ao proprietário e um possível dano nos vidros do box.

Já em outro banheiro, o espaço do chuveiro ficou com medidas insuficientes para o conforto do usuário, por fazer divisa com a escada enclausurada da área comum (circulação do andar).

Nos banheiros de área comum da segunda torre do empreendimento, localizados na direção

da fachada da piscina externa, as janelas projetadas são do tipo maxim-ar de vidro, detalhadas para preencher toda a altura do ambiente, do piso ao teto. O projetista não avaliou que isso ocasionaria falta de privacidade para o usuário do banheiro. Para resolver este problema de projeto, foi sugerida a colocação de uma película nestes vidros, resultando em alteração da estética da fachada. A diferença de tonalidade no vidro com película evidenciou-se quando comparada com as demais janelas dos outros ambientes, quando vistas pela fachada.

Para as áreas comuns da piscina e hall de acesso à primeira torre, foi especificado em projeto um porcelanato inadequado, pois o material mancha com facilidade e é bastante difícil de limpar, causando um problema para o condomínio.

Outro problema foi a bancada de granito para as sacadas de alguns apartamentos. Estas foram especificadas em projeto com uma largura pequena (cerca de 40 centímetros), dificultando o uso por parte dos proprietários.

Nas coberturas existe aquecimento por *boilers* (caldeiras) e o espaço destinado a eles é pequeno, dificultando a passagem das pessoas internamente. Também não foi considerado em projeto que os *boilers* sofreriam a interferência dos dutos de ventilação mecânica dos banheiros. Ambos se localizam na mesma laje e a locação dos boilers ficou prejudicada neste espaço por causa destes dutos, dificultando também a movimentação dos funcionários para fazer a manutenção dos equipamentos e limpeza neste local.

Foram previstas em projeto áreas técnicas para instalação das condensadoras de ar condicionado dos apartamentos. Porém, estas foram mal projetadas, uma vez que dois apartamentos compartilham a mesma área técnica e o acesso é feito pela área de serviço de cada apartamento, ou seja, o vizinho pode acessar a janela da área de serviço do apartamento do lado através da área técnica destinada ao ar condicionado, conforme mostra a Figura 3.

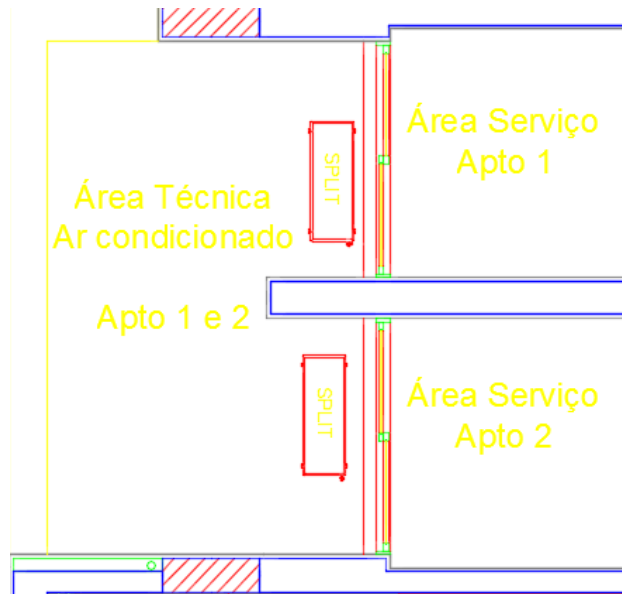


Figura 3- Áreas técnicas para condensadora de ar condicionado (split). O acesso é feito pelas janelas das áreas de serviço dos apartamentos. Fonte: acervo da autora

Na garagem 2 da primeira torre foi executada uma eletrocalha para caminhamento de cabos elétricos e telecom, que no projeto estava detalhada na garagem 1 da mesma torre. Esta mudança de pavimentos foi feita em obra para diminuir os gastos, pois não havia necessidade de executar a eletrocalha na primeira garagem, percorrendo um caminho mais longo do que o necessário para se chegar aos quadros.

Os projetos de climatização sofreram diversas modificações no decorrer da obra para facilitar a execução. A linha foi superestimada em projeto, o que ocasionou um gasto extra de material e com a instalação, uma vez que foi necessária a compra de máquinas maiores do que o necessário para cada espaço. Vários ajustes foram feitos no decorrer da obra e os projetos não foram utilizados como deveriam ser.

No projeto arquitetônico executivo foi locada uma vaga de garagem abaixo de uma rampa, porém esta vaga não atingia o pé direito necessário para colocação de um carro no local. Para fazer a realocação desta vaga, foi necessário modificar um depósito de lixo já pronto e aprovar o projeto novo na prefeitura, além de ter que destruir uma lixeira para locar a nova vaga neste espaço.

3.3.2 Falta de informações sobre as vistorias/exigências de órgãos públicos e falta de detalhamento conforme as normas técnicas

Nas garagens e nas rampas deste edifício houve problemas com o pé direito mínimo exigido pela prefeitura para estes locais, que é de 2,20 metros. Algumas vigas ficaram baixas, o que causou problemas na passagem de alguns automóveis por estes locais.

O pé direito na área dos pilotis da segunda torre também ficou abaixo do exigido pela prefeitura, que neste caso é de 2,40 metros. Foi executado forro de gesso acartonado nestes locais, não sendo possível executar os detalhamentos de forro projetados para esses espaços, como as sancas, os negativos e rebaixos para previsão de iluminação específica, inviabilizando o projeto luminotécnico e o projeto de detalhamento do forro já prontos e aprovados.

Além do pé direito, houve problemas com as vagas de garagem que se localizavam atrás da escada enclausurada da primeira torre e com as vagas da garagem do pilotis da última torre. Por um erro de projeto, não havia espaço suficiente para a medida exigida pela prefeitura (para a vaga do carro considerar as medidas de 2,40x5,00 metros, acrescidos em comprimento dos 5 metros exigidos para a área de manobra dos veículos). Neste caso, precisava-se de uma distância de 10 metros totais para ficar de acordo com as exigências da prefeitura e não havia este espaço nestes dois locais.

No ambiente da *Garage Band*, espaço de área comum destinado à música, não foi considerado no projeto estrutural o rebaixo necessário para execução de isolamento acústico nos tetos, piso e paredes, o que ocasionou um problema grande na hora da execução, devido o conflito com o pé direito mínimo exigido pela prefeitura para este ambiente (2,40 metros).

3.3.3 Falta de informações e detalhamentos dos projetos

Se o projeto não era bem detalhado ou se faltavam informações no projeto, consequentemente gerava-se uma grande dúvida na hora de executar. Algumas vezes os

projetistas foram procurados para detalhar melhor o projeto ou para esclarecer as dúvidas do engenheiro de obra.

Foi executado um pergolado externo de ferro com revestimento de vidro, por onde é feito o acesso entre duas torres do empreendimento, e o projeto arquitetônico de detalhamento não continha informações suficientes sobre a execução. Como exemplo, o projeto não detalhava onde passariam as instalações elétricas para as arandelas internas deste pergolado e também não detalhava nenhuma calha para água da chuva.

Nos projetos acústicos do salão de festas não foi especificado como deveria ser executado o forro acústico sobre a saída da coifa do fogão. Isso ocasionou atraso na execução, pois foi necessário comprar os novos materiais para executar o forro acústico corretamente.

Não constava nos projetos arquitetônicos executivos um ambiente destinado para a área técnica da sauna e do SPA. Este local era necessário para colocação dos motores e equipamentos da sauna e do SPA. Para isso, foi feita nova revisão de projeto no decorrer da obra, na qual foi necessário retirar parte do ambiente da administração do condomínio para executar a sala da área técnica, destruindo este ambiente já finalizado para poder resolver uma questão que não havia sido pensada em projeto.

Quanto aos furos em concreto, os projetos de furação não continham todas as informações, resultando que nos últimos meses de obra foi necessária a contratação de uma empresa especializada em execução de furos em concreto para poder finalizar as tubulações de hidráulica, elétrica e ar condicionado. Esse custo foi bastante elevado para a obra e, apesar da existência dos projetos, eles não supriram a demanda da obra, pois estavam incompletos.

A Piscina Aquecida foi executada em um ambiente interno do edifício. O projeto não mostrava informações sobre o rebaixo necessário na laje para previsão da execução da impermeabilização com manta asfáltica. Isso ocasionou uma elevação no nível do piso deste ambiente em relação ao ambiente externo da piscina, onde não era necessária a impermeabilização com manta asfáltica por se tratar de uma área de circulação (não molhada).

A informação do rebaixo na laje não estava no projeto arquitetônico e também não estava no projeto estrutural, acarretando um problema para o engenheiro de obras que teve que resolver durante a execução. Como solução foi executada uma pequena rampa de acesso ao ambiente, não prevista em projeto, para poder absorver esta diferença.

Também faltaram informações nos projetos de PCI², que em algumas situações não estavam de acordo com as normas e algumas alterações tiveram que ser feitas em obra, principalmente nas instalações de gás (que não podem ter proximidade de tubulações hidráulicas e elétricas). Também ocorreu a adição de placas de saída e de emergência em locais que não eram apontados em projeto, mas que eram necessários para cumprir com as recomendações da norma. Na Figura 4 verifica-se um exemplo destes problemas.

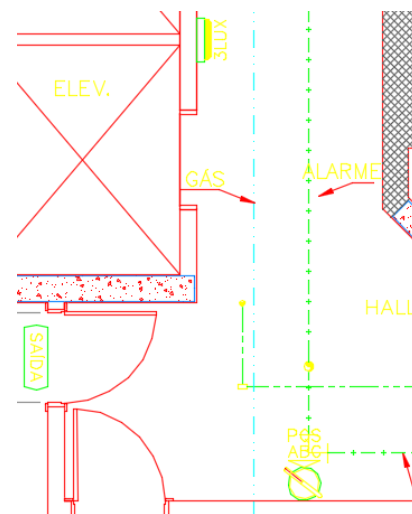


Figura 4 – Tubulação de gás (tracejado azul) passa acima do gesso do hall de uma das torres e sofre interferência de tubulações elétricas e de vigas neste caminhamento. Fonte: acervo da autora

As janelas projetadas para a fachada voltada para a piscina eram do tipo maxim-ar, porém não havia um projeto com detalhe específico para a instalação deste modelo de janela. Elas foram projetadas com larguras estreitas, o que dificultou o trabalho dos instaladores em obra,

² PCI: Abreviação para projetos Preventivo Contra Incêndio

pois as ferramentas necessárias para a instalação não cabiam no espaço disponível e esta instalação foi dificultada.

3.3.4 Indefinições de projetos e alterações feitas pela construtora no decorrer da obra

Os projetos de exaustão foram modificados nos últimos meses de obra devido a troca de projetista, por opção da construtora. Toda infraestrutura que estava executada na obra foi modificada ocasionando outros problemas e outras interferências, visto que novos projetos foram contratados, mas não houve compatibilização com os projetos já existentes e com o que já estava executado na obra até aquele momento.

Além disso, o projeto luminotécnico sofreu diversas modificações até o fim da obra, resultando numa execução totalmente diferente do que estava previsto no projeto. Isso ocorreu devido às alterações da construtora em relação às especificações das luminárias do projeto.

Percebe-se uma grande quantidade de interferências e problemas encontrados no decorrer da execução desta obra. Todos estes problemas poderiam ter sido modelados com o uso da ferramenta BIM antes da execução, a fim de constatar e resolver previamente a maioria dos problemas. A modelagem permitiria adicionar informações importantes ao projeto, analisar as interferências existentes entre os diversos projetos e permitiria fazer todas as alterações e tomadas de decisão necessárias antes da execução.

3.4 O BIM como solução

O BIM tem sido apontado como solução para a Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC³). A maioria dos profissionais e estudantes dessas disciplinas já teve contato com esta expressão, mas ainda há dúvidas quanto à definição do que é esta ferramenta.

Segundo Chaves et al. [10], BIM é uma nova abordagem de gestão de projetos, nas áreas de AEC, que envolve todo o ciclo de vida de uma edificação, e para o qual, as definições

convergem para o uso da tecnologia. Crespo et al. [11] diz que BIM representa uma nova geração de ferramentas CAD⁴ inteligentes que gerenciam a informação da construção. Para Nascimento et al. [12], BIM é um conceito em desenvolvimento, sendo difícil vinculá-lo a uma única definição.

BIM é o termo usado para descrever "Building Information Modeling", que é uma atividade e não "Building Information Model" que é um objeto, ou seja, BIM não é um software ou uma coisa, mas sim uma atividade humana que envolve mudanças nos processos construtivos [5].

O processo BIM envolve uma série de atividades que completam o ciclo de vida de uma edificação, permitindo o planejamento e o controle mais apurado de todas as informações. Na Figura 5, é mostrado o ciclo de vida de um empreendimento. O processo inicia-se com o planejamento, seguido da modelagem conceitual (estudos de viabilidade e preliminares), desenvolvimento dos projetos, análises, simulações e documentação. Numa segunda etapa, o processo engloba a construção, fabricação e execução. No estágio final, as atividades consideradas no processo são a operação, manutenção, demolição e a reforma ou renovação.

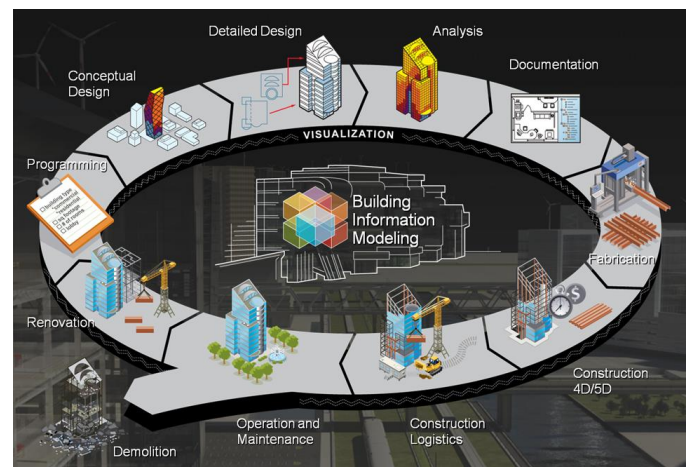


Figura 5 – Ciclo de vida de um empreendimento.
Fonte: [13]

³ AEC: esta é a sigla utilizada para definir as disciplinas de Arquitetura, Engenharia e Construção.

⁴ CAD: sigla de *Computer-aided drafting*, que significa Desenho Assistido por Computador.

O BIM possui diversas camadas de informações e não é apenas um desenho em 3D, mas sim um processo completo do ciclo de vida da edificação. Calvert (2013 apud Mazotti, 2014, p.17) [14] indica que as 7 principais dimensões encontradas no BIM são: 2D (gráfico), 3D (modelo), 4D (planejamento), 5D (orçamento), 6D (sustentabilidade), 7D (gestão das instalações), 8D (segurança).

A despeito disso, Addor et al. [15] esclarece que:

a maior parte da informação colocada no modelo é crítica, no sentido da sua confiabilidade, o que exige profissionais com conhecimento de arquitetura e engenharia (disciplina), do software (ferramenta) e experiência em obras para que as tarefas sejam desenvolvidas com propriedade. Além disso, essa equipe é convocada a assumir novos papéis além daqueles que desenvolvia tradicionalmente.

O BIM permite, assim, uma representação gráfica mais acurada. A possibilidade de se explorar sob múltiplos enfoques e de forma mais aprofundada os aspectos e variáveis do projeto, permite dizer que esta é uma das principais contribuições desta ferramenta para o aumento da qualidade do projeto. [...] A adoção de um sistema BIM é capaz de fazer com que a circulação de informações internas à empresa se dê de maneira mais rápida, possibilitando a realização de trabalhos integrados com projetos, quantitativos e orçamentos [16].

O processo BIM solicita a integração das diversas matérias envolvidas, facilitando o trabalho da equipe formada por arquitetos, engenheiros de obras, fornecedores, empreiteiros, proprietários, engenheiros projetistas de instalações e estruturas, e demais envolvidos, conforme mostra a Figura 6.

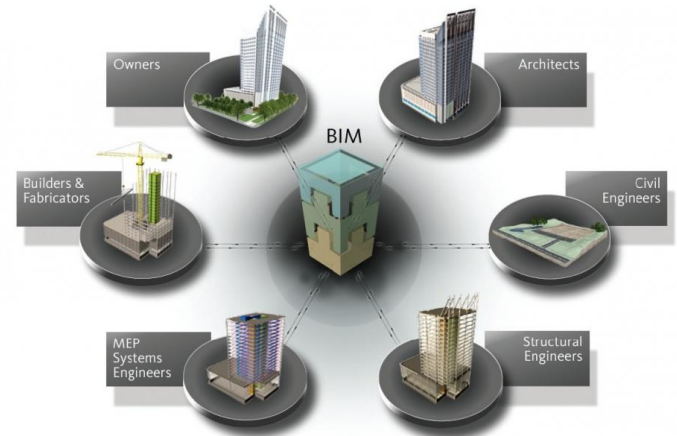


Figura 6 – Trabalho em equipe com o uso do BIM.
Fonte: [17]

Eastman [5] afirma que quando completo, o modelo gerado no computador contém a forma exata e as principais informações para dar suporte à construção e fornecimento de insumos. A Figura 7 mostra um exemplo de um painel usado na modelagem e sua semelhança com o painel real que será usado na obra.

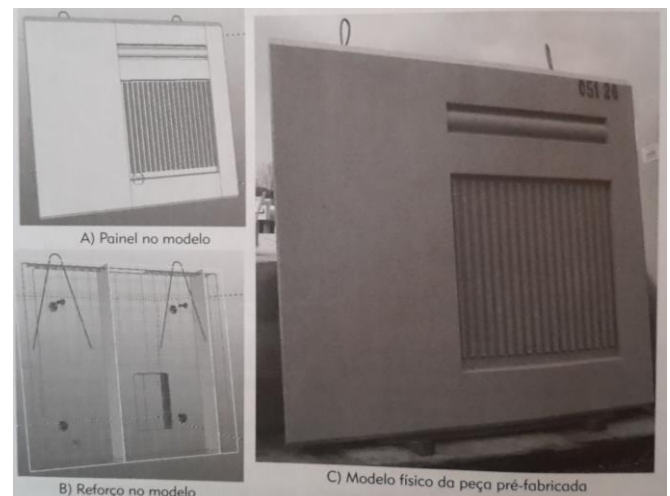


Figura 7 – Exemplo de painel utilizado na modelagem BIM (figuras da esquerda) e o painel real utilizado na obra (figura da direita). Fonte: [5]

Um conceito importante envolvido com o processo BIM é o nível de detalhamento do projeto. Em etapas iniciais este detalhamento é

superficial e é chamado de LOD⁵ 100. Tem-se o exemplo da Figura 10, que mostra que no LOD 100 existe uma cadeira genérica no projeto; já no LOD 200 indica a existência da cadeira e o espaço que ela ocupa no ambiente (seu tamanho); o LOD 300 já mostra as funções e opções de acessórios para o objeto; o LOD 400 especifica o fabricante e o modelo da cadeira; e por fim, o LOD 500, que além do fabricante e do modelo, também especifica onde será comprado este produto e a data da compra. Nas etapas posteriores, ou executivas, o nível de detalhamento do projeto deve ser maior a fim de aproximar o modelo da realidade, pois em BIM utilizam-se os produtos que as empresas e os fabricantes oferecem no mercado. Na figura 8 estão representados os níveis de detalhamento para uma cadeira modelada em BIM.

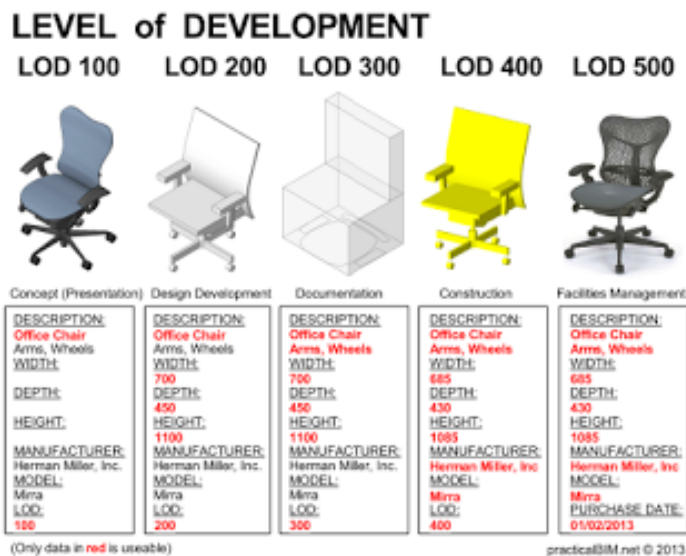


Figura 8 – Nível de desenvolvimento BIM. Fonte: [18]

Segundo Maciel et al. [19], as razões pelas quais os escritórios de projetos sentem dificuldade na hora de implantar o BIM são devido à falta de informação sobre os programas existentes, a falta de mão de obra treinada, o alto custo para a implantação (os softwares

exigem máquinas mais potentes e com grande capacidade de processamento), a falta de exigência do mercado, a alta rotatividade da mão de obra de estagiários e arquitetos nos escritórios, o que desestimula o investimento em capacitação por parte das empresas, a falta de tempo para o aprendizado da nova tecnologia e a dificuldade em convencer os profissionais a desenvolver uma nova maneira de projetar, o que faz com que continuem optando pelo CAD.

Existem vários softwares no mercado que possibilitam trabalhar com o processo BIM. A leitura entre os diversos softwares é possível devido a uma extensão compatível entre todos eles, chamado de IFC⁶. Eastman [5] esclarece que:

o IFC foi desenvolvido para criar um grande conjunto de dados consistentes para representar um modelo de dados de um edifício, com o objetivo de permitir a troca de informações entre diferentes fabricantes de software.

Acredita-se que na obra estudada, os problemas encontrados teriam sido facilmente detectados em etapa anterior à execução, caso tivesse sido aplicado o processo BIM, permitindo a integração dos projetos entre as diferentes equipes subcontratadas através do uso dos arquivos em formato IFC. Assim, independente do software escolhido pelos escritórios subcontratados, o formato IFC permitiria que os projetos da obra fossem abertos em qualquer software, integrando as diferentes disciplinas envolvidas.

Com a ferramenta BIM o projeto ficaria claro, pois tudo seria pensado e planejado para uma determinada solução definida antes de iniciar a execução. O projeto não seria mais dependente das informações em papel e todas as interferências teriam sido analisadas previamente e solucionadas. A tendência, caso tivesse utilizado o método BIM, aponta para a melhora do processo de projeto desta obra.

⁵ LOD: *Level of Detail*. É o nível de desenvolvimento que será fornecido por determinado modelo BIM. Inicia-se com um nível menor para as etapas preliminares e finaliza-se com um nível de desenvolvimento superior, na etapa de construção executiva.

⁶ IFC: *Industry Foundation Class*. É um formato de interoperabilidade que permite a troca de informações entre os diferentes fabricantes de software BIM.

4 CONCLUSÃO

Ao analisar o cenário atual da Arquitetura, Engenharia e Construção, e os problemas encontrados nos projetos e na obra do empreendimento estudado, percebeu-se que algumas das consequências da má gestão de projetos foram a absorção de prejuízos por parte dos empreiteiros (pela deficiência dos projetos, obrigando-os a pedir aditivos à construtora) e por parte da construtora também, com o aumento no índice de desperdício e de perdas (produtividade, tempo e dinheiro).

Essas consequências relatadas acima impactam o setor, e fica a esperança de que este cenário possa mudar com o uso da ferramenta BIM para auxiliar na solução destes problemas.

Segundo Manzione [4], um novo paradigma para o trabalho colaborativo precisa ser criado para o surgimento do sistema BIM, estabelecendo processos, protocolos de comunicação, linguagens comuns e mesmas interfaces. No Brasil as equipes continuam a trabalhar individualmente e a troca de informações somente ocorre nos momentos chave.

Espera-se que o processo BIM como um todo receba a atenção dos profissionais, professores e autoridades competentes para que sua implementação ocorra também no Brasil, assim como é em alguns países do exterior.

REFERÊNCIAS

- [1] CBIC. "BOLETIM ESTATÍSTICO". 2015. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/Boletim_ano11n02.pdf> Acesso em 27/04/2015.
- [2] MAIA LIMA, J.; PACHA, J. R. S. 2005. "Patologias das estruturas de concreto - ênfase ao processo de execução". Centro Tecnológico do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. Belém.
- [3] SOUZA, V. C.; RIPPER, T. 1998. "Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto." São Paulo: PINI, pp. 255.
- [4] MANZIONE, L. 2013. "Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM." Tese (Doutorado) Programa de pós-graduação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, pp.343.
- [5] EASTMAN, C. et al. 2014. *Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores*. Bookman, Porto Alegre. 483 p.
- [6] MELLO, R. B. de. 2013. *BIM do projeto à obra. Soluções integradas para projetos mais inteligentes*. Webinar Autodesk. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=2uZ6aQdhxBw&index=3&list=PL6mS8mnZ1shfUALoS8X6JB7Q4eOnIDj7S>>. Acesso em 22/03/2015.
- [7] SALES, A. L. F. et al. [19--?]. "PROBLEMAS ENCONTRADOS EM OBRAS DEVIDO ÀS FALHAS NO PROCESSO DE PROJETO: VISÃO DO ENGENHEIRO DE OBRA". Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. Pp. 6
- [8] FLORIO, W. 2007. "CONTRIBUIÇÕES DO BUILDING INFORMATION MODELING NO PROCESSO DE PROJETO EM ARQUITETURA." In: Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação da Construção Civil, 3., Porto Alegre. Anais... pp.1-10.
- [9] AVILA, T. C. F. 2010. "Gestão de Projetos na Construção Civil: Avaliação do Processo em duas Empresas Construtoras de Florianópolis." Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 112 p.
- [10] CHAVES, F. J. et al. 2014. "IMPLEMENTAÇÃO DE BIM: COMPARAÇÃO ENTRE AS DIRETRIZES EXISTENTES NA LITERATURA E UM CASO REAL." In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15. Anais... Maceió, pp. 1-10.

- [11] CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. 2007. "Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto." In: Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação da Construção Civil, 3. Anais... Porto Alegre, pp.1-9.
- [12] NASCIMENTO, V. H.; CARDOSO, C.; BORGES, M. 2014. "BIM: CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS E DESAFIOS INICIAIS DE ADAPTAÇÃO." In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15. Anais... Maceió, pp. 1-6.
- [13] *BIM Consulting*. [20--?] Disponível em: <<http://consulting.construction/servicios/consultoria/bim-consulting/>> Acesso em 04/05/2015.
- [14] MAZOTTI, L. F. C. 2014. *Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil*. Trabalho de graduação em engenharia civil. Departamento de Engenharia civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Pp.79.
- [15] ADDOR, M. (Coord.) et al . 2013. "GUIA ASBEA – BOAS PRÁTICAS EM BIM. ESTRUTURAÇÃO DO ESCRITÓRIO DE PROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO DO BIM." [s.l.] Fascículo 1. ASBEA, pp. 20.
- [16] MATTEI, P. L. de R. 2008. *BIM e a informação no subsector de edificações da indústria da construção civil*. Trabalho de graduação em engenharia civil. Departamento de engenharia civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Pp.67.
- [17] Biggs, D. *BIM FOR MASONRY INITIATIVE HOLDS ROUNDTABLE MEETINGS*. 2012. Disponível em: <<http://www.masoncontractors.org/2012/12/07/bim-for-masonry-initiative-holds-roundtable-meetings/>> Acesso em 03/05/2015
- [18] Maritan, F. *BIM Revit*. 2014. Disponível em: < <http://www.bimrevit.com/2014/12> > Acesso em 03/05/2015.
- [19] MACIEL, M.; OLIVEIRA, F.; SANTOS, D. 2014. "DIFICULDADES PARA A IMPLANTAÇÃO DE SOFTWARES INTEGRADORES DE PROJETO (BIM) POR ESCRITÓRIOS DE PROJETOS DE CIDADES DO NORDESTE DO BRASIL." In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15. Anais... Maceió, pp. 1-10.