

ANA CAROLINA VAZ DOS SANTOS

**IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA BIM NO ATO DE PROJETAR DO
DEPARTAMENTO DE PROJETOS DA UFMG**

BELO HORIZONTE/MINAS GERAIS

2016

ANA CAROLINA VAZ DOS SANTOS

**IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA BIM NO ATO DE PROJETAR DO
DEPARTAMENTO DE PROJETOS DA UFMG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Gestão de Instituições Federais de Educação Superior, Universidade Federal de Minas Gerais, para obtenção do Certificado de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Eucidio Pimenta Arruda

BELO HORIZONTE/MINAS GERAIS

2016

ANA CAROLINA VAZ DOS SANTOS

**IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA BIM NO ATO DE PROJETAR DO
DEPARTAMENTO DE PROJETOS DA UFMG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Gestão de Instituições Federais de Educação Superior, Universidade Federal de Minas Gerais, para obtenção do Certificado de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Eucídio Pimenta Arruda

Banca Examinadora

Maria Betania Aparecida Campos

UFMG

Aprovada em Belo Horizonte _____ / _____ / _____

Resumo

O processo de desenvolvimento de projetos arquitetônicos tem passado por constantes mudanças ao longo dos anos. Como parte deste processo evolutivo, surge uma nova plataforma com conceitos inovadores, baseada na parametrização de objetos e organização das informações. Esta plataforma, chamada BIM - *Building Information Modeling*, vem sendo utilizada por empresas de projeto no mundo inteiro, em função dos benefícios trazidos por sua implantação. Este trabalho visa apontar as estratégias necessárias para implantar a metodologia BIM no Departamento de Projetos da Universidade Federal de Minas Gerais, valendo-se da apresentação do projeto arquitetônico do Pavilhão de Gabinetes da UFMG - Campus Montes Claros. Justifica-se, portanto, que a padronização das etapas deste trabalho, obtida por meio da metodologia BIM, trará ganhos consideráveis à produtividade da equipe do Departamento, além de reduzir consideravelmente os riscos de erros na etapa de projeto. Apesar de trabalhosa, a implantação do sistema BIM impactará na redução de incompatibilidades entre as diversas disciplinas envolvidas nos projetos, proporcionando agilidade no desenvolvimento e na verificação de cada etapa do trabalho.

Abstract

The process of development of architectural projects has undergone constant changes over the years. As part of this evolutionary process, a new platform comes up with innovative concepts, based on the parameterization of objects and organization of information. This platform, called BIM - Building Information Modeling, has been used by design firms worldwide, according to the benefits brought by its implementation. This paper aims to point out the strategies needed to implement the BIM methodology in the Projects Department of the Federal University of Minas Gerais, drawing upon the presentation of the architectural project UFMG Offices Pavilion - Campus Montes Claros. It is justified, therefore, that the standardization of the stages of this work, obtained through the BIM methodology, will bring substantial gains to the productivity of the department staff, and greatly reduce the risk of errors in the design stage. Although labor intensive, the implementation of BIM will impact system in reducing incompatibilities between the various disciplines involved in the projects, providing agility in the development and verification of each stage of work.

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	6
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1	Legislação e Obras Públicas no Brasil	7
2.2	Desenvolvimento de Projetos	8
2.3	Metodologia BIM	12
2.3.1	Conceito e vantagens	12
2.3.2	Implantação da tecnologia BIM em escritórios de arquitetura	13
3.	METODOLOGIA	15
4.	ESTUDO DE CASO	16
4.1	Plano estratégico	26
4.2	Aspectos humanos – Pessoas e cultura	30
5.	CONCLUSÕES	33
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

O campo de desenvolvimento e execução de projetos, a partir das inúmeras variáveis que o compõem, recebe impactos significativos no que tange à necessidade de otimização das etapas deste trabalho, tais como prazos, recursos e qualidade do produto final.

A complexidade desse campo torna cada vez mais difícil o trabalho por meio apenas de tecnologias anteriores, que se baseavam mais nos trabalhos manuais e intelectuais, com poucos níveis de automação.

Observa-se um intensivo desenvolvimento tecnológico nos últimos anos, que se consubstanciam em constantes transformações, possibilitadas pela acelerada evolução dos *softwares* e *hardwares* e, a partir da observação desse fenômeno, enxergamos a potencialidade dos usos e aplicações nas atividades relacionadas ao desenvolvimento e execução de projetos.

Como parte deste processo de desenvolvimento tecnológico, surgiu nos últimos anos uma nova plataforma para planejamento e execução de projetos, que utiliza processos e conceitos inovadores: a Modelagem da Informação da Construção – ou, representado pela sigla em inglês, BIM: *Building Information Modeling* – que propõe a integração de informações relativas à construção por meio de modelos tridimensionais parametrizados (GTBIM, 2013).

Este trabalho aborda a utilização desta metodologia no setor arquitetônico, difundida mundialmente em empresas do setor.

Como forma de aplicação dos conceitos inerentes ao tema estudado, será adotado um caso específico do Departamento de Projetos da Universidade Federal de Minas Gerais, no qual será apontado o caminho para implantação desta nova plataforma aos projetos desenvolvidos pelo Departamento, tendo em vista suas vantagens e ganhos para a instituição.

O objetivo deste trabalho é apontar as estratégias necessárias para implantar a metodologia BIM no Departamento de Projetos da UFMG.

A escolha deste tema justifica-se pela necessidade de padronização das etapas do desenvolvimento de projetos na instituição, fato que possibilitará uma série de vantagens que, em longo prazo, contribuirão para um melhor planejamento e agilidade no desenvolvimento dos trabalhos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Legislação e Obras Públicas no Brasil

A Constituição de 1988, artigo 37, diz que a atuação da administração pública deve ser norteadada pelos seguintes princípios: legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência. O mesmo artigo diz que, salvo exceções, obras, serviços e compras públicas devem ser feitos por meio de licitações.

Essencialmente, o Governo Federal conta com três regimes para contratação de obras públicas. O primeiro é baseado na lei 8.666, aprovada em 1993, que regulamenta o que diz a Constituição no âmbito das normas dos processos licitatórios. O regime diz que as obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações, concessões, permissões e locações da Administração Pública (direta e indireta), quando contratadas com terceiros (pessoa física ou jurídica), serão necessariamente precedidas de licitação. A lei ainda reforça o conceito de eficiência das compras públicas, devendo assegurar a idoneidade, a isonomia e a competitividade para que sejam feitas da forma mais vantajosa para a Administração (SARÁVIA, 2006). Esta lei vem sendo aperfeiçoada, mas ainda recebe muitas críticas por suas brechas, que abrem espaço para interrupções de obras, questionamentos judiciais e de órgãos de controle. Há ainda a avaliação de que há dificuldades para se chegar a critérios objetivos de julgamento, em caso de licitações por técnica e preço.

O segundo regime surgiu com o decreto 2.745, de 1998, que criou um processo licitatório simplificado para a Petrobras. Esse modelo prevê possibilidades de contratação com carta-convite, sendo, a distribuição de convites para participação de concorrências ou dispensa de licitações em determinados casos (SARÁVIA, 2006).

No ano de 2011, o Governo criou o terceiro regime, conhecido como Regime Diferenciado de Contratação (RDC), inspirado no Decreto 2.745, porém com modificações, como a previsão de orçamento sigiloso, possibilidade de contratação sem projeto executivo e existência de fase única de recursos (RDC, 2010). O RDC foi criado para agilizar obras da Copa do Mundo, mas foi estendido a empreendimentos como os Jogos Olímpicos de 2016 e algumas obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

Mesmo com tantas modalidades de contratação, ainda existe uma infinidade de questionamentos no que diz respeito à forma ideal e honesta de se contratar. O que se sabe é que há muitas dificuldades e irregularidades nos processos licitatórios e nas obras públicas, fontes de prejuízos incalculáveis para a população brasileira.

A Controladoria Geral da União registrou no Relatório de Auditoria Especial, publicado em 2011, que não são raras as vezes em que os projetos deixam de atingir os objetivos propostos, seja quando a execução é direta, seja quando indireta, mediante a celebração de convênios (RIBEIRO, 2014).

Dentre as maiores deficiências na contratação das obras, estão a baixa qualidade dos projetos e a fiscalização precária em seus canteiros. Em países como Japão e Alemanha, despende-se cerca de 40 a 50% do tempo em planejamento e desenvolvimento de projetos, enquanto no Brasil apenas 20% do tempo é voltado para essas atividades (FLEURY, 1997).

Outro grave problema é a cultura do improviso, sendo comum começar empreitadas sem saber exatamente quanto elas custarão no final. Frequentemente, os operários começam a trabalhar sem que os detalhes do projeto sejam conhecidos, sendo permitido iniciar obras apenas com projeto básico. O grande público viu situações como essa ao longo da última copa do mundo de 2014 e as olimpíadas em 2016, em que foram, inclusive, criados mecanismos para “facilitar” a realização das obras, dentro dos tempos estipulados pelos eventos. Chama a atenção ainda as restrições fiscais que impõem limites à liberação de recursos para obras já iniciadas, retardando cronogramas e impactando custos (RIBEIRO, 2014).

Essa série de procedimentos burocráticos podem acabar por ocasionar a paralisação de diversas obras, fato que penaliza a sociedade de várias formas: impede a geração de riquezas econômicas, impõe perdas de bens e serviços já executados e aumenta o custo final das obras em virtude da ampliação do custo de execução, de mobilizações, desmobilizações e encargos financeiros não previstos originalmente (RIBEIRO, 2014).

No Brasil, os órgãos públicos estão abarrotados de serviços e empreendimentos complexos que exigem alta capacidade de administração, criatividade e inovação, no entanto, há falta de capacitação dos servidores e uma inércia organizacional cultural que compromete a formação adequada de gestores (ALBARELLO, 2006). No caso específico dos órgãos que lidam com obras públicas a situação não é diferente, sendo a gestão dos trabalhos ainda mais complexa, pois é necessário coordenar a fiscalização de dezenas de contratos de construtoras com todos os seus desdobramentos e processos de penalidade, além das atividades essenciais de desenvolvimento de projetos.

2.2 Desenvolvimento de Projetos

Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo, com início e término definidos (PMI, 2008). Para Vargas (2003), projeto

é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, que se destina a atingir um objetivo claro e definido.

O PMI (2008) estabelece que o término de um projeto é alcançado quando os objetivos tiverem sido atingidos, ou quando se concluir que esses objetivos não serão ou não poderão ser atingidos.

Os projetos atingem todos os níveis da organização, podendo envolver uma quantidade pequena de pessoas, ou até mesmo milhares delas, e podem ser aplicados praticamente em todas as áreas do conhecimento humano (VARGAS, 2003).

Para Cleland (1999), um projeto é uma combinação de recursos organizacionais, agrupados de modo a desenvolverem algo que não existia previamente. Essa teoria também é aceita pelo PMI (2008), que diz que cada projeto cria um produto, serviço ou resultado exclusivo, embora elementos repetitivos possam estar presentes em algumas entregas do projeto. A ocorrência desta repetição não muda a singularidade fundamental do trabalho do projeto.

Para Vargas (2003), ao optar pela realização de um determinado projeto, uma organização precisa utilizar diversos critérios de seleção para que os objetivos sejam atingidos, garantindo o seu sucesso. Estes critérios abrangem a capacidade de realização do trabalho proposto, a flexibilidade da equipe, o custo operacional, dentre outros fatores que variam conforme os recursos disponíveis. A equipe de projeto deve ser capaz de avaliar e equilibrar as demandas a fim de entregar um projeto bem-sucedido (PMI, 2008). Vargas (2003) completa que um projeto bem-sucedido é aquele que é realizado conforme o planejado.

Várias organizações atuam em mercados extremamente turbulentos, onde as modificações tecnológicas e de mercado geram uma necessidade constante de atualização. Nesses casos, o gerenciamento de projetos surge para facilitar o processo gerencial sem prejudicar a flexibilidade e a criatividade organizacionais (VARGAS, 2003).

De acordo com o PMI (2008), o gerenciamento de um projeto passa por uma elaboração progressiva no decorrer do ciclo de vida do projeto, que envolve melhoria contínua e detalhamento de um plano conforme informações mais detalhadas e específicas, onde estimativas mais exatas tornam-se disponíveis.

Para Vargas (2003), a principal vantagem do gerenciamento de projetos é que ele não é restrito a projetos gigantescos, de alta complexidade e custo. Ele pode ser aplicado em empreendimentos de qualquer complexidade, orçamento e tamanho, em qualquer linha de negócios.

Segundo Teixeira (2013), o gerenciamento de projetos tem assumido uma dimensão organizacional com o objetivo de estruturação em nível corporativo, além de ter incorporado

uma importante função estratégica dentro da organização, no intuito de garantir a competitividade, posição de mercado e geração de lucros.

Vargas (2003) afirma que todo projeto pode ser subdividido em determinadas fases de desenvolvimento. O entendimento dessas fases permite à equipe do projeto um melhor controle do total de recursos gastos para atingir as metas estabelecidas. Assim, esse conjunto de fases é conhecido como ciclo de vida.

O ciclo de vida de um projeto consiste nas fases do mesmo que geralmente são sequenciais e que às vezes se sobrepõem, cujo nome e número são determinados pelas necessidades de gerenciamento e controle das organizações envolvidas (PMI, 2008). Para Vargas (2003), o ciclo de vida possibilita que seja avaliada uma série de similaridades que podem ser encontradas em todos os projetos, independentemente de seu contexto, aplicabilidade ou área de atuação.

Segundo o PMI (2008), ao passo em que todos os projetos têm um início e um fim definidos, as entregas e as atividades específicas conduzidas neste íterim poderão variar muito de acordo com o projeto. O ciclo de vida, portanto, oferece uma estrutura básica para o gerenciamento do projeto, independente do trabalho específico envolvido.

De acordo com Vargas (2003), um projeto é desenvolvido a partir de uma ideia, progredindo para um plano que, por sua vez, é executado e concluído. Na fase de iniciação de um projeto, deve-se identificar a missão e o objetivo do trabalho a ser realizado, e selecionar as melhores estratégias para a continuidade do planejamento.

Para Queiroz (2015), o ponto de partida para um projeto de arquitetura deve ser uma primeira entrevista com o cliente, a fim de conhecê-lo e entender quais são suas expectativas e necessidades com o projeto.

Segundo Kano (1984), existem 3 tipos de características de necessidades dos clientes:

- (a) Qualidade Linear, que são as características especificadas pelo cliente;
- (b) Qualidade Esperada, onde o cliente não especifica, mas espera;
- (c) Qualidade Atrativa do Projeto, onde o cliente não espera e se surpreende.

Kano (1984) esclarece que a Qualidade Esperada e a Qualidade Atrativa do Projeto definem o grau de satisfação do cliente.

Cabe ao arquiteto trabalhar a entrevista com o cliente de forma a perceber não só as necessidades do cliente, mas as expectativas que ele não indica de imediato (QUEIROZ, 2015).

A partir deste ponto, passa-se à fase de planejamento, que é a fase responsável por detalhar tudo aquilo que será realizado pelo projeto, incluindo cronogramas,

interdependências entre atividades, alocação dos recursos envolvidos e análise de custos (VARGAS, 2003).

O objetivo desta fase é detalhar suficientemente o projeto, para que possa ser executado sem dificuldades e imprevistos (VARGAS, 2003). Para o PMI (2008), nesta fase define-se o escopo do projeto, refina-se os objetivos e desenvolve-se o curso de ação necessário para alcançar os objetivos para os quais o projeto foi criado.

Para Vargas (2003), a fase seguinte ao planejamento é a fase de execução, onde se materializa tudo aquilo que foi planejado anteriormente. Qualquer erro cometido nas fases anteriores fica evidente durante essa fase. Grande parte do orçamento e do esforço do projeto é consumida nessa fase.

Durante a execução do projeto, os resultados poderão requerer atualizações no planejamento e mudanças nas linhas de base. Isso pode incluir mudanças nas durações previstas para as atividades, na produtividade e na disponibilidade dos recursos e riscos imprevistos. Essas variações podem afetar o plano de gerenciamento ou os documentos do projeto, e podem exigir uma análise detalhada e o desenvolvimento de respostas apropriadas de gerenciamento de projetos (PMI, 2008).

A fase de monitoramento e controle é a fase que acontece paralelamente às demais fases do projeto, e tem como objetivo acompanhar e controlar aquilo que está sendo realizado pelo projeto, de modo a propor ações corretivas e preventivas no menor espaço de tempo possível após a detecção da anormalidade (VARGAS, 2003).

PMI (2008) define ação corretiva como uma orientação documentada para que o trabalho do projeto seja executado de modo que seu desempenho futuro fique de acordo com o plano de gerenciamento. No mesmo raciocínio, uma ação preventiva é definida como uma orientação documentada para a realização de uma atividade que pode reduzir a probabilidade de consequências negativas associadas aos riscos do projeto.

O monitoramento é um aspecto do gerenciamento executado do início ao término do projeto, incluindo a coleta, medição e distribuição das informações de desempenho, além da avaliação das medições e tendências para efetuar melhorias no processo (PMI, 2008).

A fase de encerramento, ou fase de aprendizado, tem início quando a execução dos trabalhos é avaliada através de uma auditoria interna ou externa, no momento em que os documentos do projeto são encerrados e todas as falhas ocorridas durante o projeto são discutidas e analisadas, para que erros similares não ocorram em novos projetos (VARGAS, 2003).

De acordo com o PMI (2008), durante o encerramento do projeto, cabe ao gerente revisar todas as informações prévias dos encerramentos de fases anteriores, assegurando que todo o trabalho do projeto está completo e que o mesmo alcançou seus objetivos.

O processo de encerrar o projeto abrange as atividades necessárias para coletar registros do projeto, auditar o sucesso ou fracasso do projeto, coletar lições aprendidas e arquivar informações do projeto para o uso futuro da organização, caracterizando a preocupação com a melhoria contínua dos resultados (PMI, 2008).

2.3 Metodologia BIM

Na busca pela melhoria dos processos tornava-se essencial uma abordagem integrada dos diferentes aspectos relacionados ao projeto, a fim de atingir um mercado cada vez mais exigente quanto a prazos, qualidade e custos (SOUZA, 2009).

Dessa maneira, surge o conceito de modelagem do produto, como ferramenta importante para a concepção, validação e construção do produto, objetivando o aumento da produtividade nos processos. A modelagem baseia-se na integração dos sistemas envolvidos no desenvolvimento do produto e na utilização da tecnologia de informação como suporte para esses processos (AYRES, 2009).

Ayres (2009) explica que o processo de projeto é, essencialmente, uma sequência de aprimoramentos em um conjunto de informações a ser transmitido para as fases subsequentes. Um bom processo de projeto, conduzido com o auxílio de ferramentas de tecnologia de informação adequadas, é o pilar fundamental para a qualidade dos processos de construção e dos edifícios resultantes (MOUM, 2006).

2.3.1 Conceito e vantagens

De acordo com Eastman (2008), *Building Information Modeling (BIM)* é uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção. Para Andrade (2009), a utilização de uma prática baseada em BIM pode ter um papel decisivo na melhoria das fases do projeto, auxiliando na geração de propostas coerentes com as solicitações dos clientes, na integração dos projetos, entre si e com a construção, e na redução do tempo e do custo da construção.

A tecnologia BIM é composta por diversas ferramentas que criam informações e documentações coordenadas, permitindo trabalhar com maior precisão os elementos para prever desempenhos, aparência e custos do edifício. O BIM abrange geometria, relações espaciais, indicadores geográficos, quantidades e propriedades de componentes e produtos empregados na obra (FERREIRA, 2007).

Segundo Castelhana (2013), o uso do BIM tampouco se limita ao projeto. Sendo uma ferramenta colaborativa, ele permite que profissionais com diferentes funções

trabalhem no mesmo projeto em diferentes fases. Ele reduz sensivelmente o tempo gasto em cada projeto ao mesmo tempo em que melhora o nível de detalhamento e proximidade com a realidade.

O uso do modelo virtual baseado em BIM como único repositório de informações do projeto, onde diversas entradas são automaticamente traduzidas em múltiplas saídas como documentos de planilhas, desenhos técnicos e dados para a construção digital, proporciona o que se denomina “modelo único” (OLIVEIRA, 2011).

Protázio (2010) afirma que o uso de ferramentas BIM facilita, também, as etapas de especificação e orçamento. Torna menos desgastante a fase que corresponde à interpretação de memoriais descritivos, já que suas descrições estão contidas nas peças de projeto como elementos construtivos de fácil identificação nas camadas de informações.

Em um modelo de edifício baseado em BIM, além das informações da geometria dos elementos da construção, acrescenta-se outros parâmetros, como a densidade de uma viga em aço, bem como seu peso e volume, quando necessário (PROTÁZIO, 2010).

De acordo com Faria (2007), os desenhos gerados nos *softwares* BIM são “inteligentes”, uma vez que ao desenhar uma parede, o projetista deve atribuir-lhe propriedades tais como tipos de blocos, dimensões, tipos de revestimento, que são salvas em bancos de dados chamados bibliotecas.

As bibliotecas correspondem a um conjunto de objetos ou componentes paramétricos a serem usados na construção do edifício virtual. Essa biblioteca parte de um conjunto básico que será aperfeiçoado e ampliado ao longo do tempo, e do desenvolvimento de novos projetos em BIM. Esses objetos paramétricos, além da geometria, possuem campos de informação que podem variar de acordo com o projeto. Os conjuntos de objetos podem ser chamados de famílias (GTBIM, 2013).

Essas informações podem ser extraídas em outras fases da construção, possibilitando a obtenção de tabelas de quantitativos de material para a equipe de orçamentistas (FARIA, 2007).

Protázio (2010) afirma que equipes que começaram a utilizar a tecnologia BIM comemoram as melhorias proporcionadas aos seus projetos. Uma das principais vantagens observadas é a economia de tempo, graças à emissão automatizada de desenhos com as dimensões da obra, a verificação do projeto e a eliminação de conflitos entre os desenhos.

2.3.2 Implantação da tecnologia BIM em escritórios de arquitetura

No contexto dos escritórios de arquitetura, o BIM se mostra como uma ferramenta capaz de contribuir na integração dos processos a partir da eliminação de ineficiências e

redundâncias, aumentando a colaboração e comunicação, a fim de garantir melhores resultados de produtividade (CAMPBELL, 2007).

Dessa maneira, a decisão pela implementação da plataforma BIM em uma empresa de projeto pressupõe que sua direção tenha a consciência de que esse passo envolverá mudança de cultura, investimentos em infraestrutura, treinamentos e revisão de processos de trabalho (GTBIM, 2013).

Garbini (2015) afirma que a mudança no processo de projetar por meio da tecnologia BIM está relacionada à demonstração da importância do processo de projeto por meio da nova metodologia, mais precisamente no planejamento e implantação desta tecnologia nos escritórios de arquitetura.

De acordo com o GTBIM (2013), este processo deve partir da identificação dos prováveis benefícios da aplicação da tecnologia BIM em seus projetos atuais ou futuros, pois a implementação no escritório deve ter como primeiro objetivo os ganhos internos e a manutenção do escritório em patamar competitivo.

Antes de começar a implantação do BIM, a empresa deverá ter métricas de desempenho, de qualidade, relacionamento com o cliente, escopo, custo, contratos e prazos. Esse aspecto é importante para identificar vantagens ou desvantagens na implementação do BIM, em relação ao parâmetro anterior (GTBIM, 2013).

Para o GTBIM (2013), os clientes podem ter interesse e considerar vantajoso contratar projetos desenvolvidos nessa plataforma. Segundo Kymmel (2008), o uso de modelos 3D permite que a compreensão do projeto seja acessível a todos, não sendo restrita apenas àqueles que conhecem as simbologias e representações de desenho, o que pode facilitar o entendimento do cliente, contribuindo para formulação de soluções mais alinhadas às suas necessidades.

3. METODOLOGIA

A trajetória desenvolvida pela presente pesquisa baseou-se na revisão teórica do assunto, através da consulta bibliográfica a livros e trabalhos científicos (artigos, trabalhos de conclusão de curso e dissertações).

Quanto à natureza, o presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo aplicada, por ter por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à implantação do sistema BIM no desenvolvimento de projetos arquitetônicos da UFMG, valendo-se para tal do método indutivo como forma de viabilizar a tomada de decisões acerca do alcance da investigação, das regras de explicação dos fatos e da validade de suas generalizações.

Trata-se de estudo bibliográfico que, para sua obtenção, teve por método a leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa, bem como sua revisão integrativa, contribuindo para o processo de síntese e análise dos resultados, de forma a unir uma literatura atualizada e compreensível.

A seleção das fontes de pesquisa foi baseada em publicações de autores de reconhecida importância em artigos veiculados em periódicos indexados.

O delineamento de pesquisa contemplou as fases de levantamento e seleção da bibliografia; coleta dos dados, crítica dos dados, leitura analítica e fichamento das fontes, argumentação e discussão dos resultados (RODRIGUES et al., 2006).

O trabalho se constitui ainda em um Estudo de Caso, no qual o exame apurado das atividades desenvolvidas no Departamento de Projetos da UFMG, mais especificamente do desenvolvimento do projeto do pavilhão de gabinetes do Campus de Montes Claros, foi possível delinear uma pesquisa de ação, a proposta de implantação de um novo sistema de projeção para o departamento, a fim de favorecer o desenvolvimento profícuo dos projetos.

4. ESTUDO DE CASO

Para o Estudo de Caso realizado no Departamento de Projetos (DP) da UFMG contou-se com a ciência e colaboração da diretoria do departamento, que desde o início mostrou-se compreensiva e interessada, disponibilizando todos os arquivos de projetos necessários à pesquisa.

O DP está subordinado à Pró-Reitoria de Administração da Universidade, área responsável por todas as atividades relacionadas ao planejamento das edificações e infraestrutura dos Campi.

Cabe ao Departamento planejar, coordenar e desenvolver as atividades de projetos, visando o atendimento das demandas institucionais de ampliação do espaço físico de unidades existentes, além de novas instalações a serem implantadas. Também são atribuições do DP a readequação espacial da infraestrutura das edificações, áreas comuns e dos Campi, além da requalificação arquitetônica e urbana, buscando sua atualização tecnológica, funcional, normativa e operacional.

O acompanhamento das interfaces de projeto com a equipe de fiscalização da obra faz parte das responsabilidades atribuídas ao DP, sendo de sua competência:

- a) O planejamento, a coordenação e a execução de projetos, de acordo com as demandas encaminhadas pela Pró-Reitoria de Administração, abrangendo novas construções, ampliações e reformas prediais e de infraestrutura;
- b) A fiscalização dos serviços contratados ligados às atribuições do Departamento, visando o cumprimento do projeto, emitindo, se for o caso, notificação e auto de infração, multas e embargos;
- c) Proceder à gestão e ao controle financeiro dos recursos orçamentários do Departamento de Projetos, bem como à gestão de pessoas e recursos materiais existentes, assim como, efetuar outras atividades afins, no âmbito de sua competência.

Com o objetivo de exemplificar e demonstrar as vantagens do uso do sistema BIM para o Departamento de Projetos da UFMG, adotou-se como exemplo um projeto, inicialmente desenvolvido de maneira convencional, ou seja, em meio eletrônico bidimensional, no *software* AutoCAD.

O projeto contempla um pavilhão de gabinetes para o Campus de Montes Claros, ao norte do estado de Minas Gerais, e vem sendo desenvolvido pelo Departamento nos últimos anos, não tendo sido identificada a data precisa do início de seu desenvolvimento.

O edifício é composto por dois pavilhões, um bloco de ligação e uma torre de sanitários, sendo os dois pavilhões as maiores edificações e com suas maiores fachadas

voltadas para o sentido norte e sul. O acesso ao edifício se dá pelo bloco de ligação a partir da avenida principal.

A edificação possui estrutura convencional, em concreto, e fechamentos externos em blocos de tijolo. Internamente os gabinetes são limitados por gesso acartonado, tipo *DryWall*, e possui vãos de ventilação em esquadrias metálicas voltadas para os gabinetes, com gobogós voltados para as circulações.

Sua aparência é simples e funcional, tendo o objetivo de cumprir a necessidade de gabinetes ao Campus de Montes Claros. Contudo, sua concepção preza pelo conforto térmico, tendo sido a face norte recortada e entremeada de jardins no sentido de proteger e sombrear a face que possui maior incidência solar. Ainda é possível verificar dois grandes pátios externos, um voltado para a face sul e outro para a face norte, onde se encontram bancos e jardins para permanência e convívio. No intuito de conferir mais conforto térmico, foi previsto cobertura verde sobre o bloco de ligação. A edificação como um todo respeita todas as normas no que diz respeito à acessibilidade, possuindo rampas, corrimões e sanitários acessíveis.

O projeto foi produzido em *software* convencional, onde não há visualização de elementos em três dimensões, tampouco informação agregada aos objetos, visto que o *software* funciona como uma “prancheta eletrônica”. Ressalta-se, porém, que o *software* utilizado também permite desenvolver projetos em três dimensões, mas sem que haja parametrização dos objetos.

Seguem, do referido projeto, oito pranchas dos desenhos executivos arquitetônicos produzidos em duas dimensões no software AutoCAD, compostos por planta de situação, plantas baixas dos diversos níveis da edificação, cortes e fachadas:



Figura 1: planta de situação.

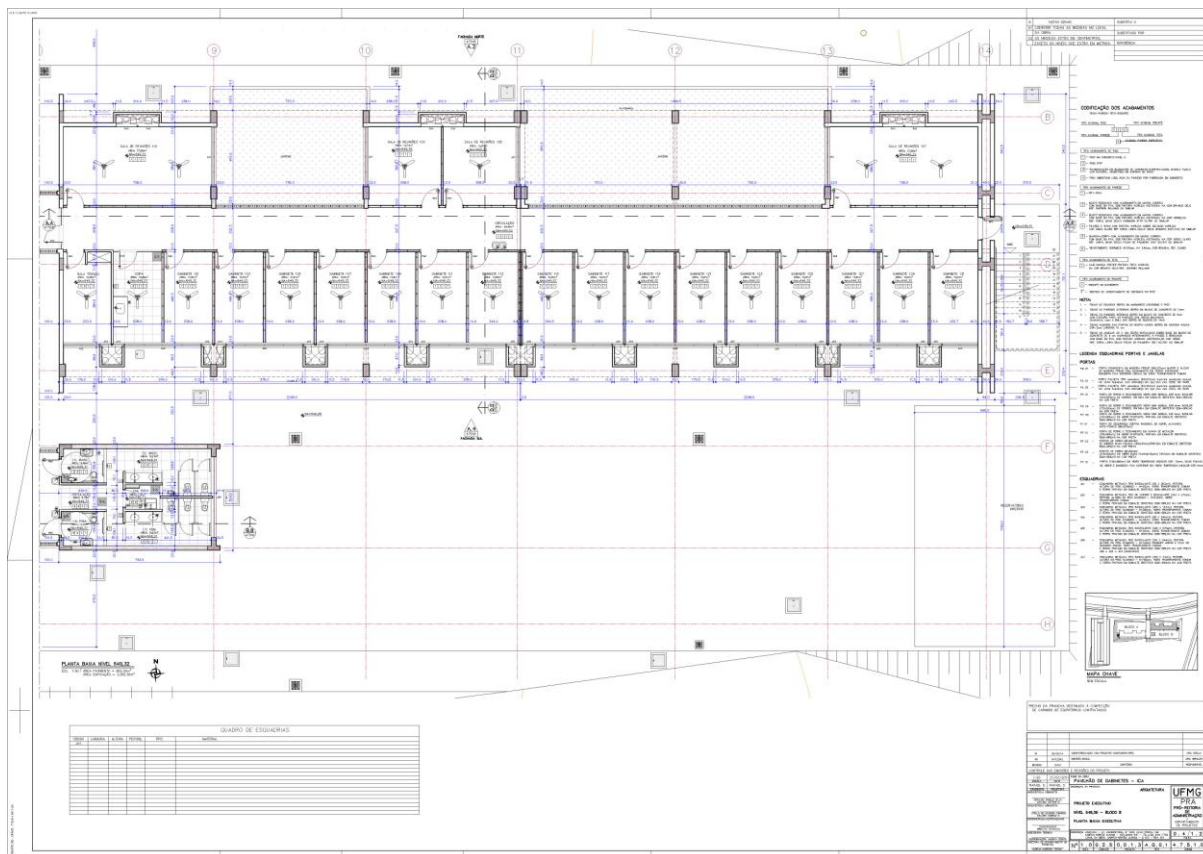


Figura 2: planta baixa bloco B nível 649,32.

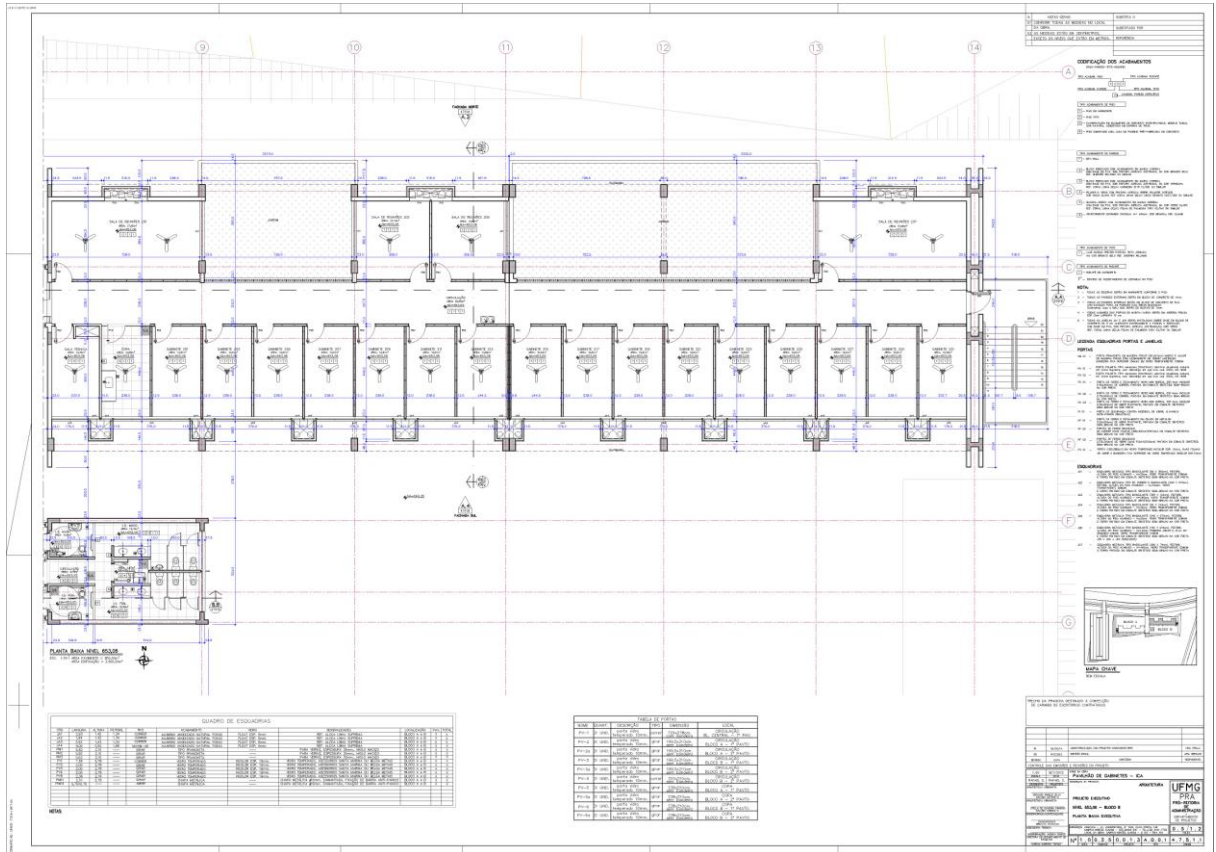


Figura 3: planta baixa bloco B nível 653,06.

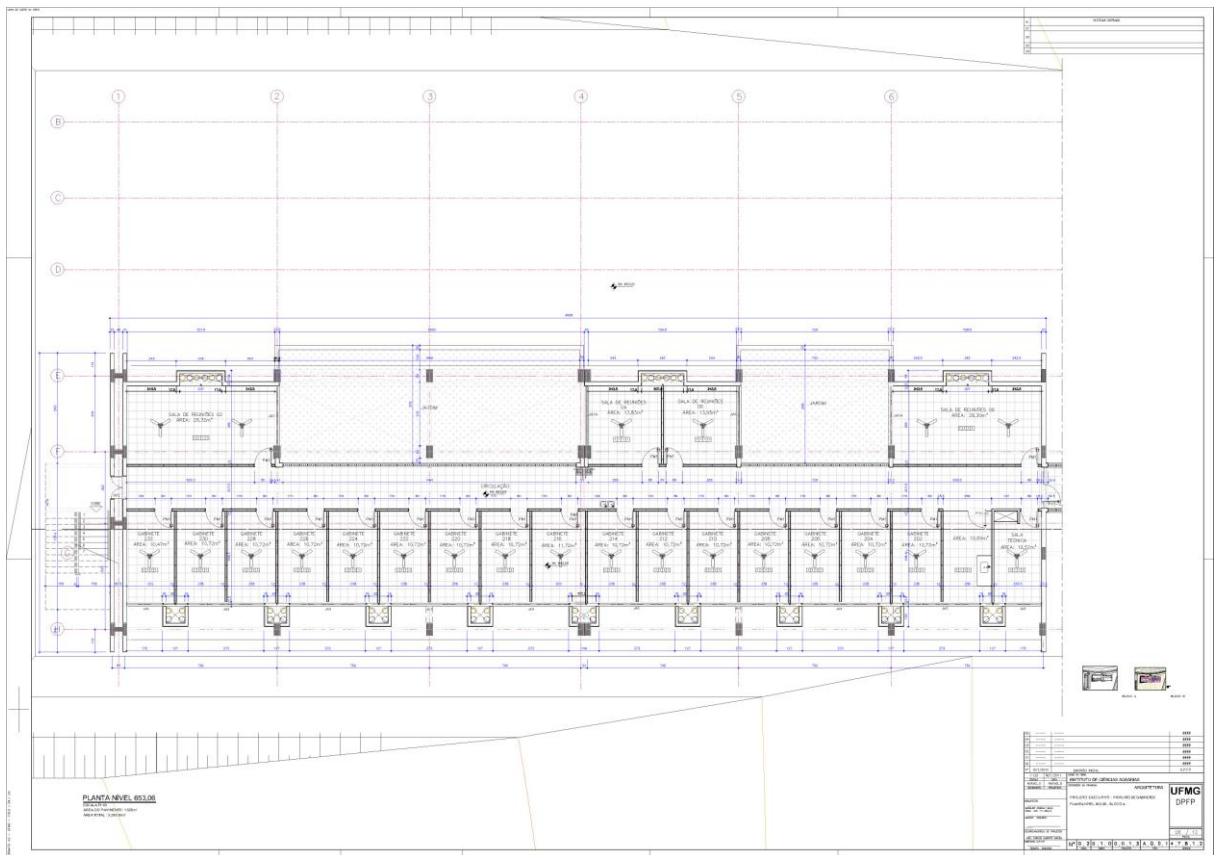


Figura 4: planta baixa bloco A nível 653,06.

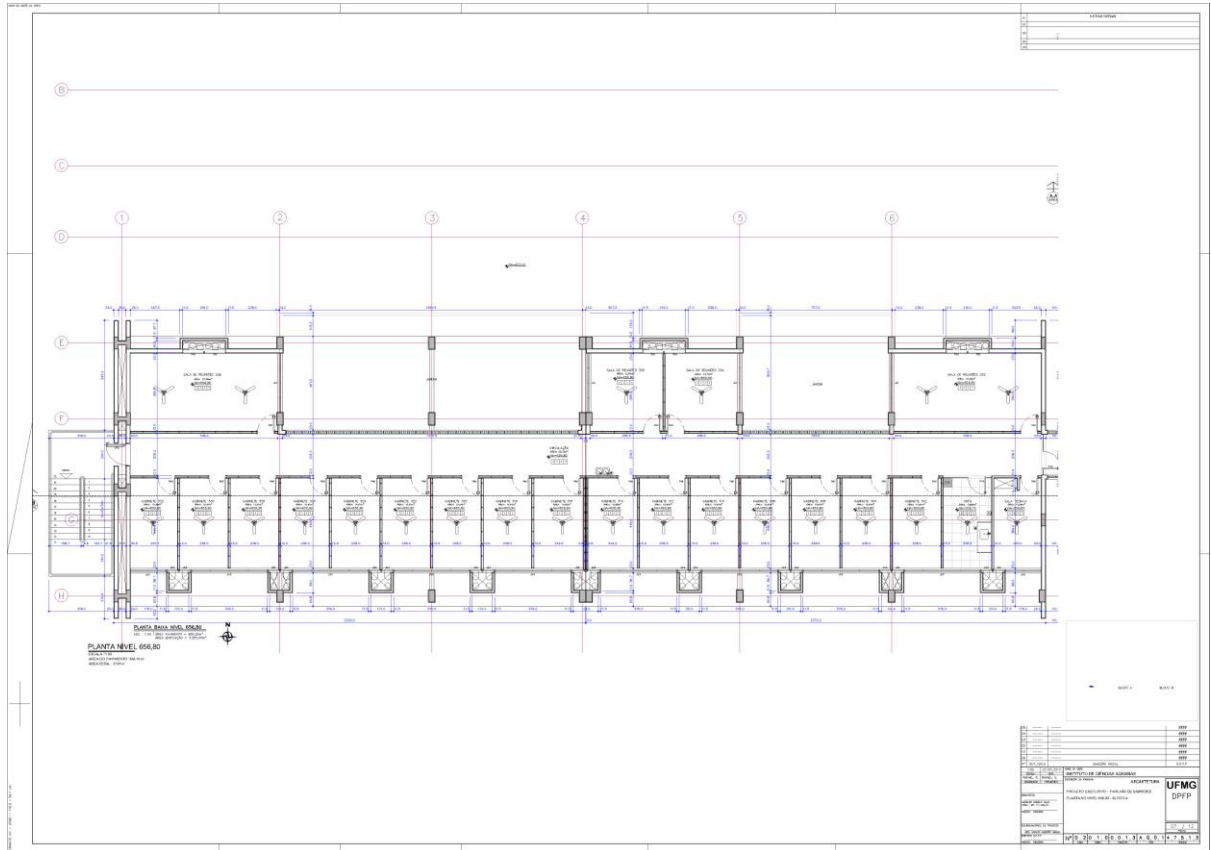


Figura 5: planta baixa bloco A nível 656,80.

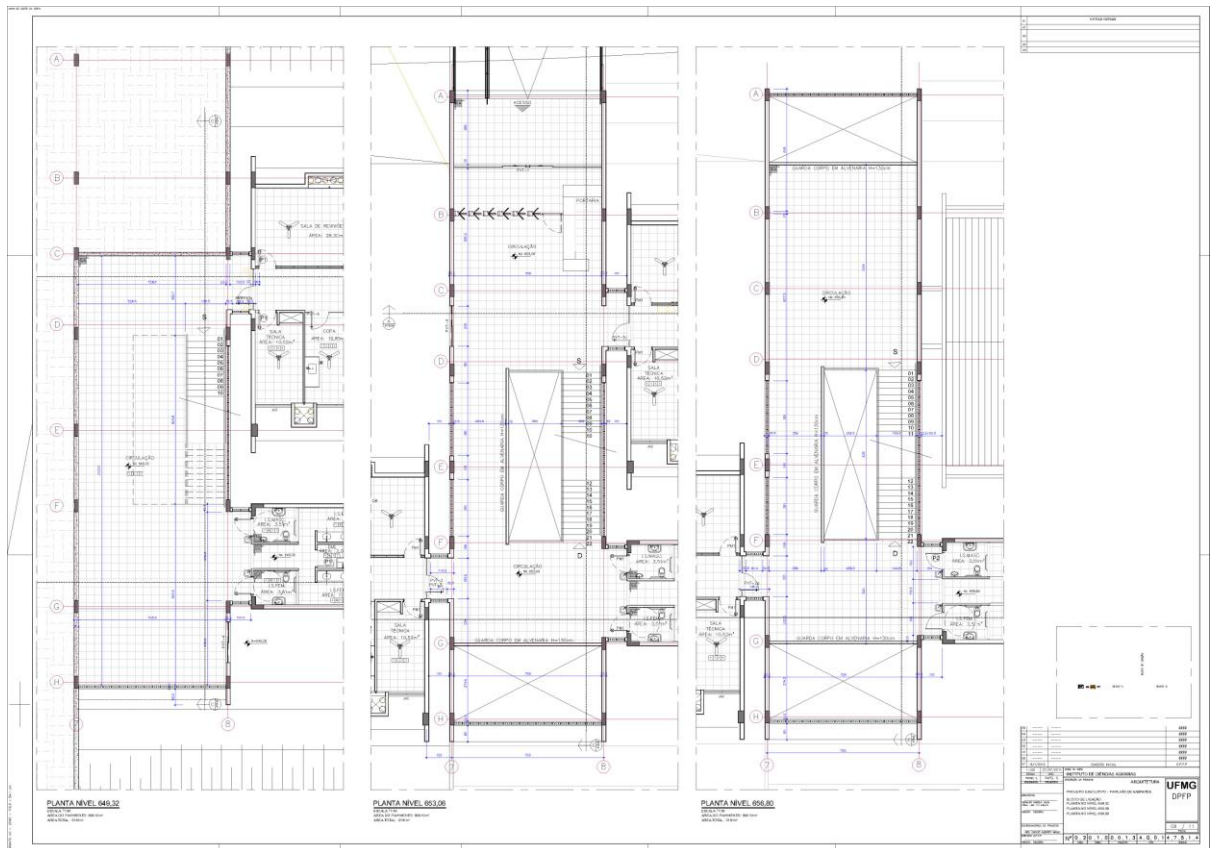


Figura 6: plantas bloco de ligação.



Figura 7: cortes.



Figura 8: fachadas.

Conforme os conceitos obtidos por meio de revisão bibliográfica, a tecnologia BIM engloba várias especialidades da construção, sendo a compatibilização de modelos uma de suas principais características. Nesse sentido, o supracitado projeto do Pavilhão de Gabinetes foi transferido para a plataforma BIM, por meio do *software* Revit, com objetivo de verificar todas as incompatibilidades com os projetos complementares.

O processo de transferência do projeto para a nova plataforma durou aproximadamente 45 dias, e a partir do novo modelo foi possível verificar as interferências e erros entre o projeto arquitetônico e os projetos de instalações elétricas e hidráulicas.

A decisão de transferir o projeto para o *software* Revit se deu em função de garantir que não houvesse qualquer incompatibilidade no projeto, uma vez que os desenhos anteriores – em duas dimensões – não eram suficientes para que houvesse tal verificação com segurança. Com o *software* Revit também foi possível inserir os elementos que compunham os projetos complementares, tais como ventiladores, luminárias, grandes dutos, hidrantes, peças hidráulicas, entre outros.

Com o projeto devidamente inserido na nova plataforma (Apêndice B), também foi possível conferir a volumetria da edificação, sua inserção no terreno, os encontros de alvenaria, fechamentos, bem como o quantitativo dos materiais dos projetos complementares, evitando, assim, problemas futuros quando o mesmo for enviado ao departamento responsável pelos orçamentos das obras.

É importante ressaltar que com o novo modelo em BIM, tornou-se possível gerar vários outros desenhos técnicos que se fizeram necessários ao longo do projeto, sem depender muito tempo de produção, visto que o *software* facilita a geração de indeterminadas vistas do projeto. Após todo este processo, os desenhos foram enviados aos responsáveis pelos projetos complementares para a correção das inconsistências.

Cabe lembrar que a utilização do BIM não garante 100% de eliminação de problemas futuros, mas minimiza em quase 100% a inconsistência entre desenhos do mesmo projeto, já que os mesmos são gerados a partir de um único modelo; ao contrário de sistemas tradicionais, como o AutoCAD, onde é grande a possibilidade de haverem erros, já que cada desenho é gerado individualmente, abrindo possibilidades para que as medidas, por muitas vezes, não coincidam entre plantas e cortes.

Após todo o projeto ter sido desenvolvido no *software* AutoCAD, a possibilidade de transposição para o Revit demonstra por si só a potencialidade do BIM, tendo sido uma importante ferramenta na resolução dos erros e omissões que poderiam consistir em problemas futuros.

Segue como exemplo imagens do novo projeto desenvolvido no REVIT, bem como a série de desenhos gerados na nova plataforma, conforme citado anteriormente:

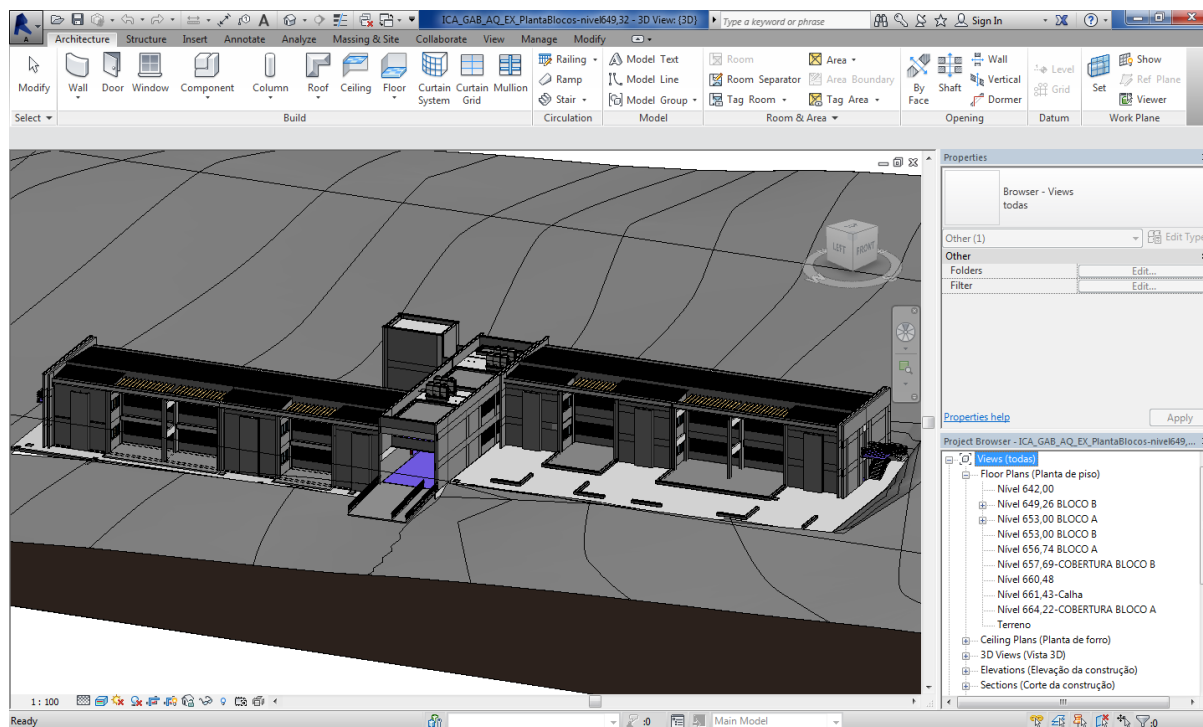


Figura 9: imagem do projeto do Pavilhão de Gabinetes de Montes Claros no software REVIT.



Figura 10: imagem da fachada norte renderizada no REVIT.



Figura 11: imagem da fachada sul renderizada no REVIT.

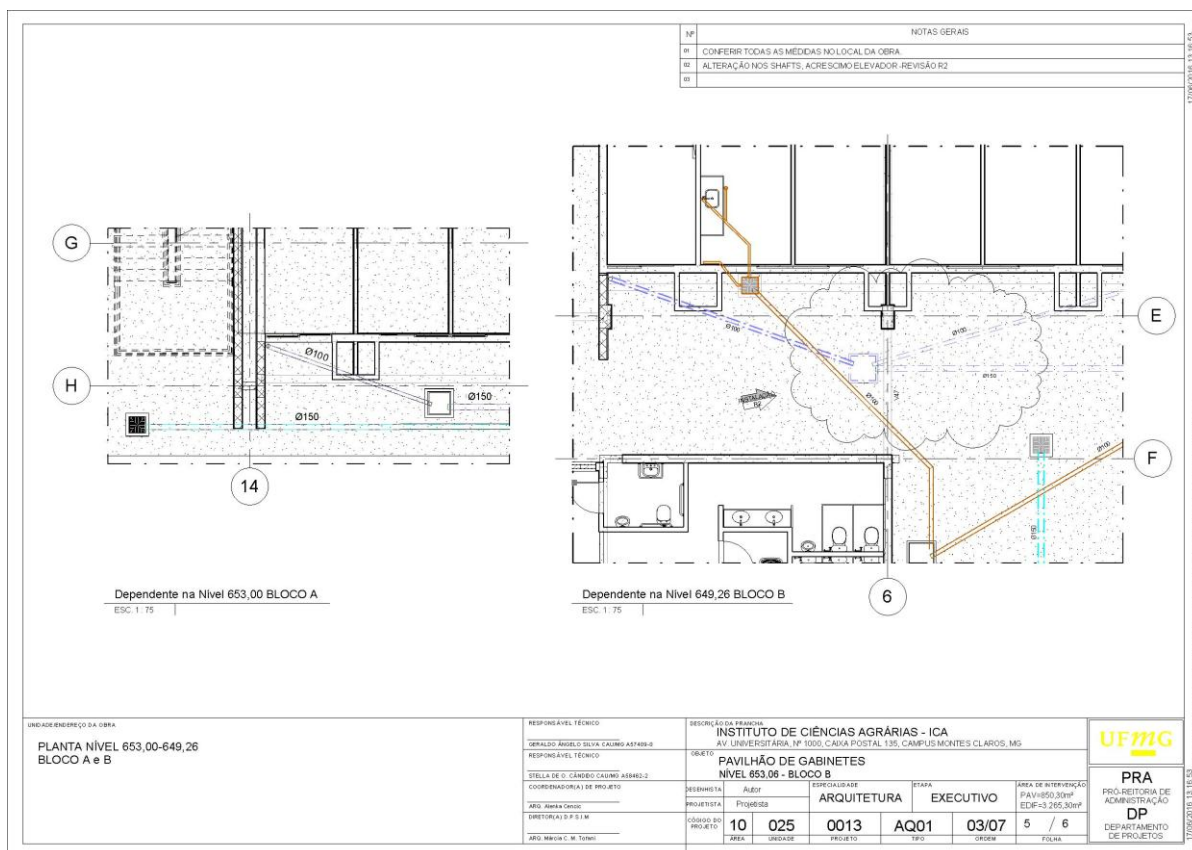


Figura 12: demonstração de incompatibilidades entre as tubulações do projeto de instalações hidráulicas.

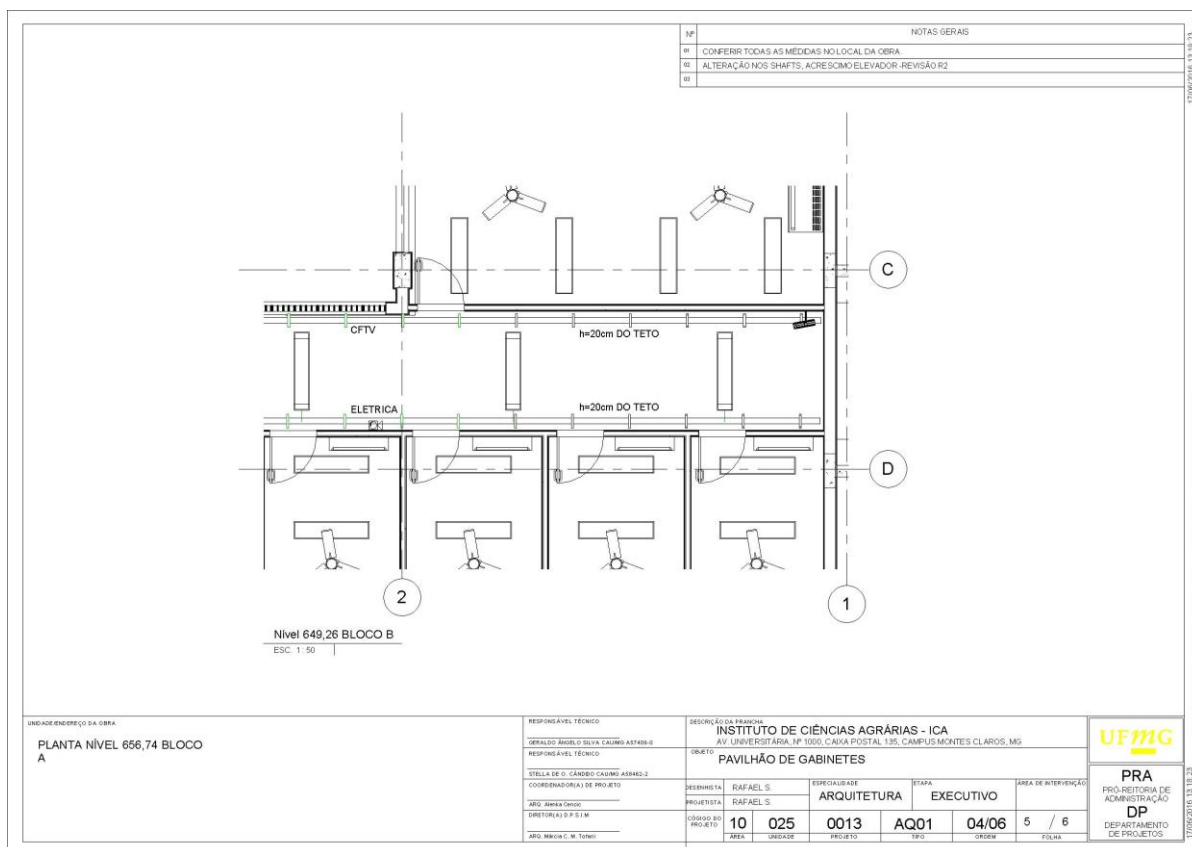


Figura 13: demonstração do posicionamento das canaletas para passagem de cabos.

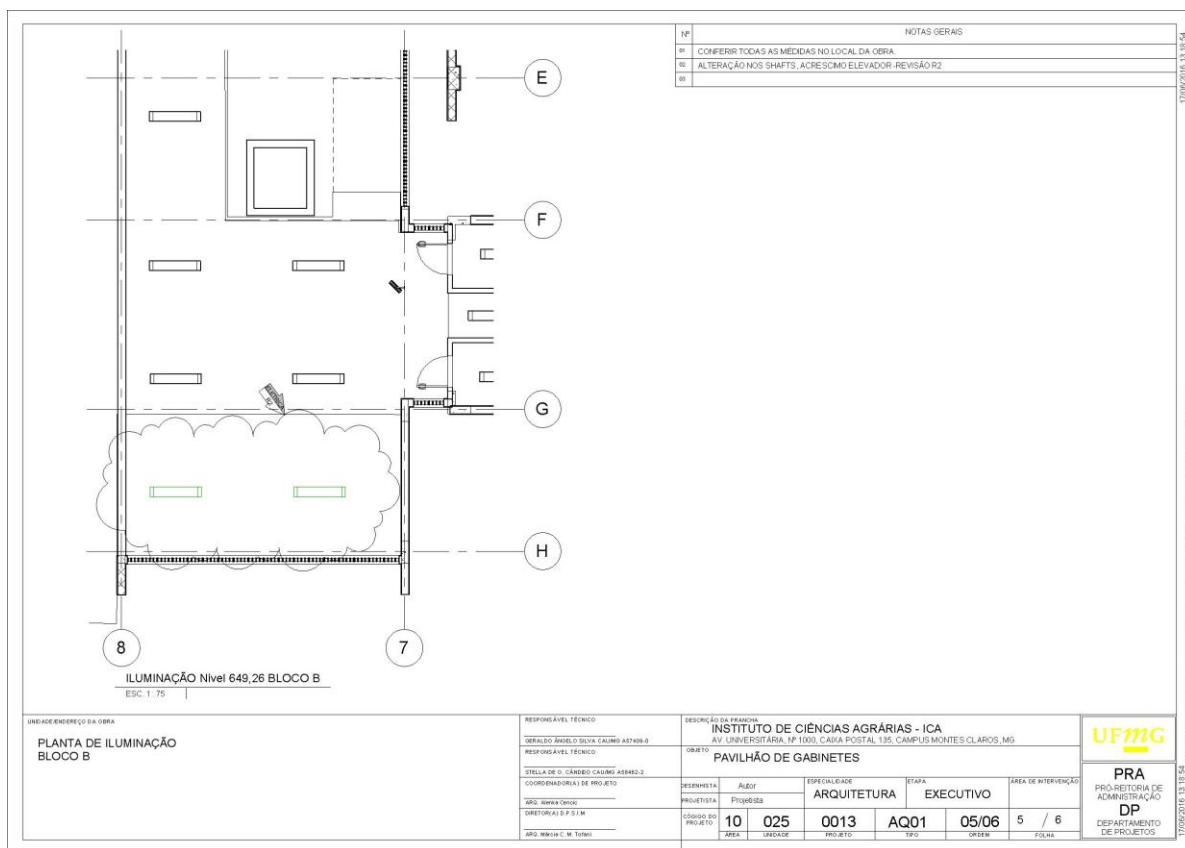


Figura 14: demonstração do acréscimo necessário de luminárias.

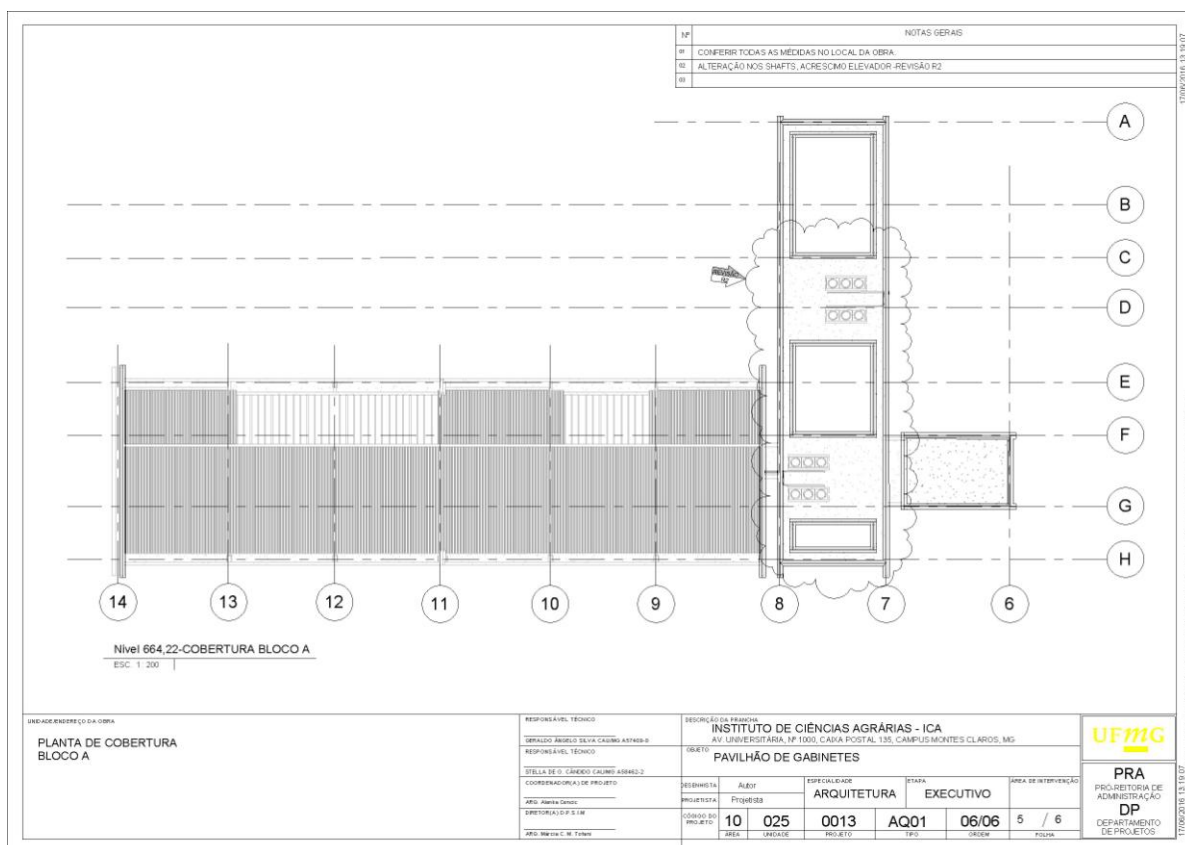


Figura 15: demonstração da revisão arquitetônica necessária.

4.1 Plano estratégico

Apesar das inúmeras vantagens apresentadas pelo BIM, há o grande desafio de sua implantação, já que não se trata de um processo rápido e fácil. Além dos treinamentos necessários para toda a equipe, existe também a necessidade de uma longa fase de adaptação, devido à mudança drástica no modo projetual.

Desta forma, a implementação ideal passa por um planejamento realizado por uma consultoria especializada, que contemple uma metodologia bem definida e personalizada para o Departamento de Projetos da UFMG, destacando-se as seguintes diretrizes: o levantamento de dados dos processos atuais para comparar com dados futuros, o planejamento do período de transição em relação aos projetos em andamento, a definição da intensidade da carga de trabalho sobre a equipe, além do tempo que será destinado para a implementação e o monitoramento dos trabalhos das equipes no desenvolvimento dos primeiros projetos. Esse suporte garantiria prazos e segurança, bem como o comprometimento dos servidores envolvidos. Além disso, a consultoria seria responsável por verificar quais são as dúvidas mais recorrentes e reforçar esses conteúdos com treinamentos específicos.

A partir destas importantes diretrizes, sugere-se a seguinte sequência de operações no sentido de iniciar e orientar a implantação do sistema BIM.

Etapa 1: Definição de Objetivos e Avaliação da Tecnologia

1º Passo:

Definir um empreendimento ou projeto que será o piloto para implementação do conceito BIM, no qual se trabalhará desde o início no novo sistema.

2º Passo:

Selecionar a tecnologia a ser utilizada. Para o caso específico do Departamento de Projetos da UFMG, sugere-se o uso do *software* Revit, amplamente utilizado e disponível no mercado, nos aspectos da aquisição e treinamentos. Além disso, destaca-se a vantagem de sua fabricação pela empresa *AutoDesk*, mesmo fabricante do *software* AutoCAD, largamente utilizado para a produção convencional em duas dimensões. Este importante fator caracteriza a facilidade de integração entre os dois *softwares*.

3º Passo:

Identificar os principais objetivos a serem alcançados. No caso em estudo, sugere-se que, inicialmente, o uso da tecnologia BIM seja restrito aos projetos de arquitetura; num

momento posterior, aplica-se a nova metodologia de trabalho aos projetos complementares. A implantação de forma gradual é uma alternativa possível, uma vez que haverá ganhos mesmo com usos parciais. Neste sentido, para os projetos arquitetônicos os principais objetivos serem alcançados são:

- (a) a concepção do projeto assistida por modelos em três dimensões;
- (b) a correta documentação dos projetos;
- (c) a compatibilização dos projetos;
- (d) a agilidade nas revisões;
- (e) a análise de eficiência energética;
- (f) a avaliação de critérios de sustentabilidade;
- (g) a extração de quantitativos.

Etapa 2: Envolvimento da Equipe e Treinamento

1º Passo:

Envolver os servidores, arquitetos, desenhistas e projetistas que compõem o Departamento de Projetos. Inicialmente, a equipe de projetos complementares não será envolvida na implantação.

2º Passo:

Adquirir os *hardwares* necessários para o perfeito funcionamento dos novos *softwares*, bem como suas licenças de utilização.

3º Passo:

Treinar os servidores, arquitetos, desenhistas e projetistas. O objetivo deste processo é promover o domínio da tecnologia (*software*) por parte da equipe envolvida no projeto, detalhando o conceito de trabalho BIM e seu potencial para melhorar os processos do Departamento de Projetos. Este passo pode ser facilitado com o acompanhamento e assessoria de uma consultoria especializada.

4º Passo:

Acompanhar a evolução dos arquitetos, desenhistas e projetistas no uso da tecnologia.

Etapa 3: Modelagem Virtual do Projeto Piloto

Estabelecer um plano para a modelagem do empreendimento piloto, considerando:

Investimento

Um plano de investimentos torna-se necessário, uma vez que são necessárias máquinas, licenças de *softwares*, consultorias e treinamentos no processo de implantação do sistema BIM.

No que diz respeito ao material permanente, para alcançar um bom aproveitamento do *software* a ser utilizado, tornam-se necessários computadores compatíveis, considerando a dimensão do projeto. O sistema BIM exige *hardwares* potentes, e o investimento em máquinas se torna tão importante quanto a aquisição do *software*.

Neste sentido, recomenda-se a aquisição de 30 novos computadores, conforme indicado na tabela 1:

Tabela 1 – Material permanente		
Especificação	Valor Unitário	Valor Total
30 computadores com configuração compatível ao <i>software</i> utilizado. Configuração mínima indicada: <i>Processador Intel® Xeon® E5-1607 v3 (4C, 3.1 GHz, 10 Mb Cache, 140W)</i> <i>Placa de Vídeo NVIDIA® Quadro® K620 de 2 GB</i> <i>Memória de 8 GB RDIMM (2x4GB)</i> <i>Disco Rígido de 500GB SATA (7200 RPM) - 3.5"</i>	R\$10.000,00*	R\$300.000,00
Total: R\$ 300.000,00		

*Valor estimado de acordo com valores praticados no mercado, com configuração compatível à indicada.

Conforme especificado anteriormente, recomenda-se a utilização do *software* Revit como ferramenta para utilização da tecnologia BIM. A estimativa dos custos referentes às licenças do *software* encontra-se na tabela 2.

Tabela 2 – Custos com os softwares		
Especificação	Valor Unitário	Valor Total
30 Programas originais (Revit)	R\$8.500,00*	R\$255.000,00
Total: R\$ 255.000,00		

*Valores estimados a partir de orçamentos solicitados a empresas responsáveis pela comercialização do *software*.

Para o treinamento dos servidores, sugere-se um curso abrangendo conhecimentos básicos e avançados do *software* Revit para as 30 pessoas que compõem o Departamento, conforme tabela 3.

Tabela 3 – Treinamentos		
Especificação	Valor Unitário	Valor Total
Treinamento para 30 funcionários (projetistas, arquitetos e engenheiros)	R\$1.500,00*	R\$45.000,00
Total: R\$ 45.000,00		

*Valores estimados a partir de orçamentos solicitados a empresas responsáveis por treinamentos.

Tabela 4 – Consultorias		
Especificação	Valor Unitário	Valor Total
Consultoria de acompanhamento e treinamento dos funcionários	R\$10.000,00*	R\$10.000,00
Consultoria na formação de bibliotecas	R\$15.000,00*	R\$15.000,00
Total: R\$ 25.000,00		
TOTAL GERAL: R\$ 625.000,00		

*Valores estimados a partir de orçamentos solicitados a empresas de consultoria do mercado.

4.2 Aspectos humanos – Pessoas e cultura

Tão importantes quanto os investimentos financeiros e os treinamentos, as pessoas e sua cultura têm um papel fundamental nos processos de mudanças.

Atualmente, o Departamento de Projetos é composto por 7 arquitetos e 14 desenhistas projetistas, divididos em pequenas equipes com um arquiteto e dois desenhistas projetistas, com objetivo de desenvolver os projetos da Universidade.

Dentre os servidores citados, é importante nomear e identificar um embaixador que será responsável por estimular e motivar os demais servidores nos momentos de dificuldades.

Invariavelmente, o processo BIM provocará mudanças na organização e na matriz de responsabilidades do Departamento. Novos papéis surgirão para atender às novas necessidades relacionadas ao desenvolvimento do projeto e à gestão da informação. Atividades operacionais comuns no processo tradicional darão lugar a atividades com

elevado teor técnico, que exigem, portanto, profissionais com conhecimento em disciplinas de projeto, tecnologias e com vivência em obras. Nestes termos, cabe à gerência do departamento identificar o perfil e as habilidades de cada um de seus profissionais, redistribuindo os papéis entre a equipe (Fig.1).

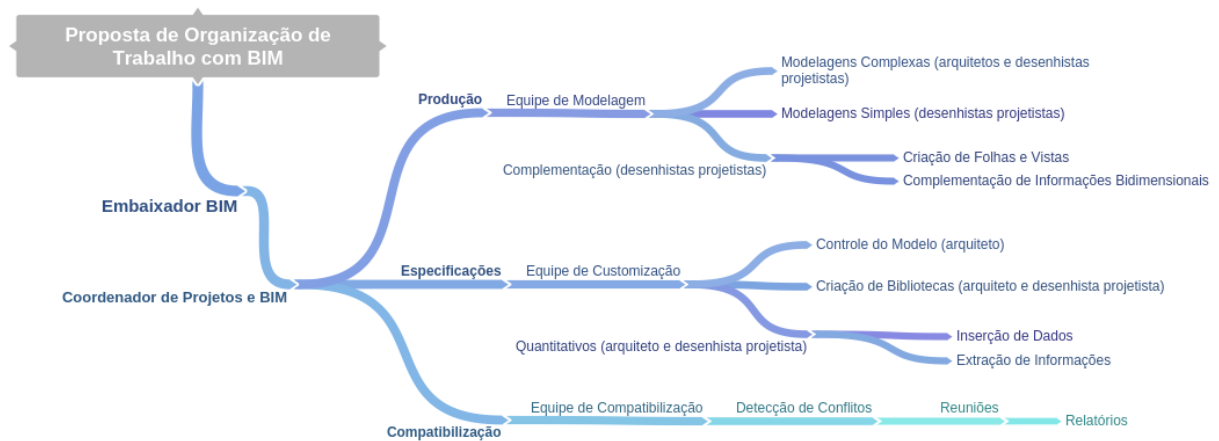


Figura 1 – Proposta de Organização de Trabalho com BIM. Fonte: Ana Carolina Vaz.

Outro importante aspecto é a compreensão de que se trata de uma equipe heterogênea, com diferentes níveis de experiência profissional e de aptidão para novas tecnologias. Assim, há possibilidade que haja resistência da equipe quanto à implantação do novo sistema. Logo, a motivação e a constante demonstração de resultados, por parte do embaixador e dos coordenadores de projetos, são fundamentais para superar o medo de ser ultrapassado pelos colegas, a sobrecarga de informação, a falta de tempo e a relutância no uso da ferramenta.

Tão importante quanto motivar e mostrar resultados é obedecer a sequência de operações propostas no planejamento da implantação, devendo os objetivos serem definidos de maneira a serem alcançados gradativamente, juntamente com toda a equipe.

Em contrapartida e de maneira muito positiva, as trocas de informação serão muito mais frequentes e a relação entre arquitetos e projetistas ficará mais próxima e intensa, visto que no processo atual de desenvolvimento de projetos, cada projetista trabalha individualmente, recebendo diferentes modelos a serem interpretados e ajustados isoladamente. Contudo, no sistema BIM é possível centralizar toda a comunicação em um único modelo compartilhado entre as diferentes disciplinas. Isso facilita a integração interdisciplinar e simplifica a comunicação entre os diferentes participantes do projeto, exigindo muito mais transparência e comprometimento de todos os servidores envolvidos.

A gerência do Departamento de Projetos deve estar aberta a grandes mudanças, pois qualquer esforço para manter o fluxo atual de produção não será bem-sucedido.

Apesar da aparente facilidade inicial, isso prejudicará o alcance dos benefícios estratégicos do BIM, provocando dificuldades de produção ao longo de todo o desenvolvimento do projeto. Até a plena implantação da nova plataforma, poderão ser necessários prazos maiores para o desenvolvimento dos trabalhos, devido à supracitada implantação gradual.

Portanto, para o sucesso da implantação, é importante que haja a participação de todos os servidores diretamente envolvidos no processo de produção dos projetos, bem como o envolvimento e conscientização de toda a equipe, incluindo os cargos de diretoria e gerência da Pró-Reitoria de Administração, à qual o Departamento de Projetos é subordinado.

Em médio prazo, será necessário a conscientização dos demais projetistas complementares (instalações e estruturas), no sentido de formar aos poucos uma cadeia de trabalho colaborativo, com objetivo de ampliar os ganhos futuros.

5. CONCLUSÕES

O plano de implantação do sistema BIM não tem a pretensão de ser imutável, tampouco infalível. A proposta tem a intenção de desmistificar o uso do BIM e apontar as necessidades e estratégias para iniciar o desenvolvimento dos projetos da UFMG nesta nova plataforma, tendo em vista suas vantagens e ganhos para a instituição.

É importante ressaltar que a implantação do BIM não é um processo simples, visto que a introdução da tecnologia envolve mudanças culturais, investimentos em infraestrutura, treinamentos e revisão de processos de trabalho. Para isso, é importante que a diretoria tenha consciência dos impactos e atue como embaixadora da implementação, provendo o apoio e os recursos necessários.

Apesar de trabalhosa e dispendiosa, a implantação do sistema BIM certamente trará indicadores positivos em longo prazo, por meio da diminuição do retrabalho, redução de incompatibilidades, agilidade no desenvolvimento dos projetos e criação de subsídios seguros para etapas subseqüentes, como orçamentos e licitações – as principais vantagens desejadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBARELLO, C.B. **O papel do administrador na gestão pública**. Artigo contemplado pelo Prêmio Belmiro Siqueira: Conselho Regional de Administração do Rio Grande do Sul, 2006.

ANDRADE, M.L.V.X; RUSCHEL, R.C. **BIM: conceitos, cenários das pesquisas publicadas no Brasil e tendências**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETOS, 1., 2009, São Carlos. Anais... São Carlos: RiMa, 2009.

AYRES, C.F. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil do Setor de Tecnologia. Curitiba, 2009.

BRASIL. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, com alterações resultantes da Lei 8.883, de 08 de junho de 1994 e da Lei 9.648, de 27 de maio de 1998**. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21. jun. 1993. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm>. Acesso em 18. jul. 2016.

BRASIL. **Lei nº 12.349, de 15 de dezembro de 2010**. Altera as Leis nos 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.958, de 20 de dezembro de 1994, e 10.973, de 2 de dezembro de 2004; e revoga o § 1º do art. 2º da Lei no 11.273, de 6 de fevereiro de 2006. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15. dez. 2010. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12349.htm>. Acesso em 18. jul. 2016.

BRASIL. Nota Técnica nº 8, de 13 maio 2011. Licitações. **Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC**. Medida Provisória n. 521, de 2010. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/atividade-legislativa/orcamentobrasil/orcamentouniao/estudos/2011/df>>. Acesso em 19 jul. 2016.

CAMPBELL, D.A. **Building information modeling: the Web3D application for AEC**. In *Proceedings of the Twelfth international Conference on 3D Web Technology*. Disponível em <<http://doi.acm.org/10.1145/1229390.1229422>>. Acessado em: 10.07.2016.

CASTELHANO, P.J. **Aplicação do conceito BIM em projetos de arquitetura em madeira**. Curitiba, 2013.

CLELAND, D.I. **Project Management: Strategic Design and Implementation**. New York, McGraw-Hill, 1999.

EASTMAN, C. M. et. al. BIM Handbook: **A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

FARIA, R. **Construção integrada**. Revista Técnica. São Paulo: Pini, n. 127, p. 44-49, out. 2007.

FERREIRA, S.L. **Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): contribuição das ferramentas ao processo de projeto e produção e vice-versa**. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DE PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 7., 2007, Curitiba.

FLEURY, A.C. **Globalização em Debate**. São Paulo: USP, 1997.

GARBINI, M.A.L.; BRANDÃO, D.Q. **Implantação da tecnologia BIM analisada em quatro escritórios de arquitetura**. São Paulo: PROARQ, 2015.

GTBIM: Grupo Técnico BIM. **Guia AsBEA – Boas práticas em BIM**. 1. ed. São Paulo, 2013.

KANO, N.; SERAKU, N. **Attractive quality and must-be quality**. 1984.

KYMMEL, W. **Building Information Modeling – Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations**. New York: Mc Graw-Hill, 2008.

MOUM, A. **A framework for exploring the ICT impact on the architectural design process**. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, v. 11. 2006.

OLIVEIRA, M.R. **Modelagem virtual e prototipagem rápida aplicadas em projeto de arquitetura**. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2011.

PMI: *Project Management Institute Inc.* **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 4. ed. São Paulo, 2008.

PROTÁZIO, J.V.B.; RÊGO, R.M. **Estudo e avaliação de tecnologias BIM para projeção em arquitetura, engenharia e construção**. Recife: IFPE, 2010.

QUEIROZ, C. G. **Gerenciamento da Qualidade em Arquitetura – do Projeto à Avaliação de Satisfação do Cliente**. Recife: IPOG, 2015.

RIBEIRO, R. **A Lenta Evolução da Gestão de Obras Públicas no Brasil**. Brasília, 2014.

RODRIGUES, A. J. **Metodologia Científica**. São Paulo: Avercamp, 2006.

RUSCHEL, R.C.; ANDERY, P.R.P; MOTTA, S.R.F.; VEIGA, A.C.N.R. **Building Information Modeling para projetistas**. In: FABRICIO, M.M.; ORNSTEIN, S.W. (Org.). *Qualidade no projeto de edifícios*. São Carlos: RiMa, ANTAC, 2010. p. 137-162.

SARÁVIA, E.; FERRAREZI, E. **Políticas Públicas**. Brasília: ENAP, 2006.

SOUZA, L.A.; AMORIM, S.L.; LYRIO, A.M. **Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário**. *Gestão e Tecnologia de Projetos*. São Paulo, 2009.

TEIXEIRA, A.C.F. **Gerenciamento de Projetos em um Escritório de Arquitetura: Visão tradicional x Negócios baseados em projetos**. Belo Horizonte, 2013.

VARGAS, R. **Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo diferenciais competitivos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2003.