

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

Escola de Engenharia

Curso de Especialização: Produção e Gestão do  
Ambiente Construído

**Lucas Barbosa da Cunha**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE  
IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM  
NOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE ENGENHARIA  
E ARQUITETURA**

**Belo Horizonte,  
2016**

**LUCAS BARBOSA DA CUNHA**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DA  
METODOLOGIA BIM  
NOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE ENGENHARIA E  
ARQUITETURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Dept de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

**Orientador: Prof. Eduardo Marques Arantes**

**Belo Horizonte,  
2016**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Helena, esposa amorosa, amiga e companheira inseparável.

A você toda minha admiração e amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Geraldo e Marli, pelo amor, dedicação e compromisso com a educação de seus filhos. Serei sempre grato pelos conselhos, incentivos, ensinamentos e apoio incondicional.

À minha esposa Helena que sempre acreditou e apoiou a construção deste trabalho. Obrigado por ser a fonte de luz e inspiração que guia meus passos.

Ao prof. Dr. Eduardo Marques Arantes pela confiança, orientação, apoio e dedicação, fundamentais para o desenvolvimento desta monografia e para o meu crescimento profissional.

Aos professores do Departamento de Materiais e Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG, pela dedicação, ensinamentos e seriedade dispensados ao longo do curso.

À Fundação Universitária Mendes Pimentel (FUMP), pela assistência prestada ao longo da minha jornada como aluno de graduação da Universidade Federal de Minas Gerais.

Aos engenheiros Dennys Beltrão Santos e Silvinio B. C. Santos, pela oportunidade dada de iniciar a minha vida profissional, por todo aprendizado adquirido e, principalmente, pela amizade construída.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Problematização .....	3
1.2	Objetivos .....	4
1.2.1	Objetivo geral .....	4
1.2.2	Objetivos específicos .....	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1	Aspectos Iniciais .....	5
2.2	BIM: surgimento .....	6
2.3	Principais conceitos e características do BIM.....	8
2.3.1	Modelagem Paramétrica .....	8
2.3.2	Interoperabilidade.....	10
2.3.2.1	IDM ( <i>Information Delivery Manuals</i> ).....	12
2.3.2.2	IFC ( <i>Industry Foundation Class</i> ) .....	12
2.4	Administração Pública Contemporânea.....	15
2.4.1	Pilares do modelo contemporâneo de gestão pública .....	18
2.5	Gestão dos Processos na Administração Pública .....	23
2.5.1	Considerações sobre a implementação dos processos .....	28
2.5.2	Administração dos processos no serviço público .....	28
2.6	Princípios Constitucionais .....	29
3	METODOLOGIA.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
4.1	Análise dos benefícios da Metodologia BIM nos serviços públicos de engenharia e arquitetura .....	33
4.2	Diretrizes para o processo de implantação do BIM nos órgãos públicos de engenharia e arquitetura .....	46
5	CONCLUSÃO.....	52
6	REFERÊNCIAS.....	55

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: COMPONENTES DA INTEROPERABILIDADE (FONTE: SMITH E TARDIF, 2009).....	11
FIGURA 2: VISÃO GERAL DA ARQUITETURA DO IFC (FONTE: MANZIONE (2013) ADAPTADO DE BUILDINGSMART (2012)).....	14
FIGURA 3: EXEMPLO DE EMPRESAS FORNECEDORAS DE SOFTWARES BIM (FONTE: NEURAL ENERGY CONSULTING, ACESSO EM 26/02/2016).....	15
FIGURA 4: PILARES DO MODELO CONTEMPORÂNEO DE GESTÃO PÚBLICA (FONTE: ALDARVIS, 2010). ....	19
FIGURA 5: MARCOS EVOLUTIVOS DA GESPÚBLICA (FONTE: MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO, 2009).....	21
FIGURA 6: ETAPAS DO CICLO PDCA (FONTE: WWW.PORTAL-ADMINISTRACAO.COM, ACESSO EM 26/02/2016).....	22
FIGURA 7: MODELO DE UM SISTEMA DE GESTÃO BASEADO EM PROCESSOS (FONTE: HTTP://WWW.EDJCONSULTORIA.COM.BR/ ADAPTAÇÃO DA NBRISO 9001:2008).....	26
FIGURA 8: ORGANOGRAMA DA SUDECAP (FONTE: CASTRO, 2011).....	27
FIGURA 9: COMPARATIVO ENTRE SISTEMA CONVENCIONAL E PROCESSO BIM+IPD (FONTE: MANZIONE (2013) ADAPTADO DE SUCCAR (2008)).....	35
FIGURA 10: ESTIMATIVA DE QUANTITATIVOS TRADICIONAL X ESTIMATIVA DE QUANTITATIVOS EM BIM (FONTE: A UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. SABOL (2008) APUD SANTOS ET AL. (2009)) .....	37
FIGURA 11: AGENTES ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE PROJETO EM BIM (FONTE: ADAPTADO DE MANZIONE, 2013). ....	41
FIGURA 12: CAPA DO CADERNO DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS EM BIM (FONTE: GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA). ....	42
FIGURA 13: FASES, ETAPAS E NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO (BIM) DE PROJETOS E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA (FONTE: CADERNO DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS EM BIM, 2014).....	45
FIGURA 14: PRINCIPAIS SOFTWARES UTILIZADOS EM BELO HORIZONTE (FONTE: STEHLING, 2012). ....	51

## RESUMO

CUNHA, Lucas Barbosa da., Universidade Federal de Minas Gerais, fevereiro de 2016. **Análise da viabilidade de implantação da metodologia BIM nos serviços públicos de engenharia e arquitetura.** Orientador(a): Prof. Eduardo Marques Arantes.

Esta pesquisa buscou investigar a viabilidade de implantação da metodologia de trabalho na plataforma BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção) nos órgãos da administração pública brasileira responsáveis pela gestão, fiscalização e execução dos empreendimentos públicos de engenharia e arquitetura; os benefícios obtidos com a adoção desta tecnologia para o processo executivo de projetos e gestão de obras; as principais diferenças entre os procedimentos de implantação nos setores público e privado; além de apontar as diretrizes a serem seguidas para implantação eficiente da Metodologia BIM. A substituição dos métodos tradicionais de projeto, baseados em plataformas CAD 2D, pela Metodologia BIM vem sendo adotada, paulatinamente, por empresas de projetos na indústria da engenharia, arquitetura e construção civil (AEC). As vantagens obtidas a partir dessa mudança já são observadas nos níveis iniciais de adoção das plataformas BIM, onde modelos tridimensionais são desenvolvidos objetivando a geração automática dos desenhos. Em um segundo nível de adoção, caracterizado pela participação simultânea de vários agentes envolvidos no processo, observa-se dificuldades relacionadas ao trabalho colaborativo e à troca de informações eficiente entre as diversas plataformas utilizadas na elaboração dos modelos. Observa-se, portanto, vantagens e desafios para a implantação eficiente e completa do BIM. Os resultados obtidos sinalizam para a possibilidade de sucesso na implantação da Metodologia BIM pelos órgãos públicos, sendo que este processo pode seguir as mesmas diretrizes desenvolvidas para empresas de projeto da iniciativa privada, porém com ressalvas e adaptações visto, principalmente, as particularidades que envolvem as formas de contratação de serviços e o papel dos órgãos públicos no desenvolvimento dos projetos.

Palavras chave: BIM, Administração Pública, projetos de engenharia e arquitetura.

# 1 INTRODUÇÃO

O BIM ou Modelagem da Informação da Construção, tradução para o termo em inglês *Building Information Modeling*, é definido por Eastman et al.(2008, p.13) como “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise de modelos de construções”.

Segundo Meiriño (2013) o BIM é uma metodologia de trabalho vinculada a sistemas informatizados, que tem por finalidade promover o gerenciamento de todas as etapas de um empreendimento relacionado à construção civil. De acordo com Meiriño, os sistemas BIM podem trazer muitos avanços para a indústria da construção civil quando bem empregados, dando como exemplo, a minimização de problemas frequentes tais como a fragmentação das etapas de projeto, identificação tardia de interferências entre projetos, desperdício de materiais, retrabalho, alto custo da produção e a baixa qualidade dos produtos finais.

Para a Autodesk (2012) apud Manzione (2013) o BIM é uma importante ferramenta capaz de contribuir significativamente para o aumento da qualidade das edificações, concepção de projetos mais sustentáveis, com redução de custos e desperdícios.

Menezes (2011) difere a plataforma BIM de um simples modelador 3D, ao apresentar o BIM como uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores na elaboração de um modelo virtual preciso, o qual gera uma base de dados que contém informações topológicas além de subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão das fases da construção, entre outras atividades. Destaca como grande diferença entre os modeladores 3D e um software BIM, a capacidade de gerar objetos editáveis e que podem ser alterados automaticamente (objetos paramétricos) deste último.

Outra importante característica da plataforma BIM é a interoperabilidade, que segundo O'Brien e Marakas (2005) apud Manzione (2013) é a capacidade de realizar aplicações de software, utilizando diferentes tipos de sistemas computacionais, sistemas operacionais e software de aplicação específica interligados por diferentes tipos de redes locais ou remotas. A interoperabilidade é essencial para o desenvolvimento de práticas integradas e colaborativas, visto que



tais práticas somente são possíveis com a integração da informação entre aplicativos computacionais (BERTINATO, 2012).

Para Eastman et al. (2008) a modelagem paramétrica e a interoperabilidade são as duas principais características que diferencia o BIM dos sistemas CAD tradicionais.

Apesar de todas as vantagens conhecidas com a implantação da plataforma BIM, vários são os requisitos e desafios para que se obtenham os melhores resultados e, conseqüentemente, o sucesso e afirmação do sistema. Como principais desafios que envolvem a implementação do BIM, Eastman et al. (2008) destacam: o trabalho colaborativo e em equipe, a propriedade de documentações e direitos autorais sobre os projetos e o tempo demandado para o aprendizado e adaptações relacionados às mudanças de tecnologias ou processos de trabalho. Podem-se incluir nesta lista a existência de poucos profissionais com domínio da plataforma levando a alto custo com treinamento de pessoal, o elevado custo para a aquisição de softwares, cujo retorno é previsto para médio e longo prazo, e a necessidade de utilização de computadores com configuração mais robusta (MENEZES, 2011).

Para Sacks (2012), o BIM é um exercício social e não necessariamente um exercício técnico, e como tal, seu principal foco é na colaboração e cooperação entre as pessoas. Para o autor, edifícios inteligentes somente são possíveis com profissionais inteligentes e enfatiza que a tecnologia do BIM não irá tomar as decisões, quem deverá tomá-las são os profissionais que fazem uso dessa tecnologia (MANZIONE, 2013).

E é neste contexto, com vistas para os benefícios e para as dificuldades tecnológicas e comportamentais para a implantação da plataforma, que uma especial classe de “empreendedores” passa a se interessar e adotar a aplicação do BIM em seus projetos: a Administração Pública. A Administração Pública merece especial atenção no processo de implantação do BIM, tendo em vista os “vários procedimentos rigorosamente pré-estabelecidos em Lei, como o processo licitatório, que difere significativamente a execução de obras e serviços da Administração Pública em relação aos agentes do setor privado” (SOARES, 2013, p 66).

Em relação aos empreendimentos públicos, Oliveira; Melhado (2002) listam as principais particularidades destes em relação aos empreendimentos privados e que devem ser levados em consideração tanto na etapa de idealização como de execução da obra. Dentre as particularidades destacam: o aspecto social, visão em prol do coletivo, necessidade de racionalização do dinheiro público, o sistema de contratação de obra (estabelecido através da lei 8.666), maior responsabilidade dos idealizadores e a existência do PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat que prevê a implantação de Sistema de Gestão da Qualidade em empresas construtoras) (OLIVEIRA; MELHADO, 2002). Alia-se a estes fatores a necessidade de construções mais sustentáveis com redução do consumo e aumento da eficiência energética em todas as fases do ciclo de vida do empreendimento.

## 1.1 Problematização

Diante das particularidades citadas, que se refletirão no processo de implantação da metodologia BIM, a problematização deste trabalho parte do seguinte questionamento: **os órgãos públicos brasileiros estão preparados para atender aos requisitos necessários para a implantação eficiente do BIM e aptos a promover as mudanças necessárias para o pleno funcionamento deste processo?**

Tem-se como pressuposto deste trabalho comprovar a viabilidade da implantação do BIM pelos órgãos públicos, atendendo os requisitos apontados pelos especialistas no assunto e obtendo melhorias nos processos de concepção, projeto, planejamento, execução e operação das obras públicas, através da interoperabilidade entre plataformas e do trabalho colaborativo entre as diversas disciplinas envolvidas no processo.

No entanto, pode-se concluir que a adoção do BIM nos órgãos públicos é um avanço tecnológico que “atropela” alguns problemas existentes na configuração atual da gestão dos processos de projetos públicos. Deficiências relativas à interoperabilidade, dificuldades em se obter um trabalho colaborativo entre as disciplinas, resistência às mudanças por parte dos empregados/servidores públicos,

entre outros fatores, podem indicar a necessidade de uma reformulação dos processos precedente à implantação da metodologia BIM.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Analisar a viabilidade de implantação da metodologia de trabalho através das plataformas BIM nos órgãos da administração pública brasileira responsáveis pela gestão, fiscalização e execução dos empreendimentos públicos de engenharia e arquitetura.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Analisar os requisitos a serem atendidos para alcançar os benefícios oferecidos pela metodologia BIM;
2. Identificar os obstáculos para a implantação do BIM, com foco na dificuldade em se estabelecer um processo colaborativo entre equipes/profissionais e nas necessidades de mudanças nos atuais métodos de gerenciamento de projetos nos órgãos públicos;
3. Apontar as vantagens da adoção do BIM para a melhoria dos processos de gerenciamento de projetos, planejamento e execução de obras;
4. Apontar as soluções que vem sendo adotadas em empresas de engenharia e arquitetura e nos órgãos públicos no processo de implantação desta metodologia.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Aspectos Iniciais

A construção civil é o setor com maior consumo de materiais e a atividade com maior impacto ambiental, consumindo aproximadamente 50% da matéria bruta no Japão (KANSAL, 1998) e até 75% do consumo total de materiais no EUA (MATOS; WAGNER, 1999), segundo John et al. (2001). A necessidade de transformar materiais brutos em bens e o transporte por longas distâncias, além do consumo após a etapa de construção através da manutenção, desmobilização e demolição fazem com que o setor seja responsável pelo consumo significativo de energia, água e pela geração de poluentes (JOHN ET AL., 2001).

Atualmente busca-se, nas empresas dos diversos setores industriais, por processos que levem a racionalização da produção além de técnicas e metodologias que minimizem os custos tornando as empresas mais sustentáveis, produtivas e competitivas. A indústria da construção apresenta um problema elementar de defasagem em acompanhar os avanços tecnológicos e de produtividade já presentes em outras indústrias (SOARES, 2013).

Melhado (2005) destaca a grande quantidade de erros e retrabalho intensificados pela falta e/ou adiamento das decisões nas etapas iniciais de projeto, comprovados pela ocorrência de um grande número de patologias dos edifícios atribuídos às falhas de projeto.

A Administração Pública se insere neste cenário. Os benefícios ligados à qualidade do projeto nos empreendimentos do setor público não possuem muitas diferenças em relação aos empreendimentos na iniciativa privada. No entanto, as leis que definem a metodologia de contratação de projetos e obras pelos órgãos públicos impõem um atraso no desenvolvimento destes empreendimentos quando comparados com os métodos empregados pela iniciativa privada (OLIVEIRA; MELHADO, 2002).

O uso da Tecnologia da Informação (TI) é capaz de promover a otimização do fluxo e arquivamento dos dados originados no processo de projeto, contribuindo com a coordenação e o acesso às informações, evitando desperdícios e erros de

projeto e reduzindo a degradação ambiental gerada pela indústria da construção, de acordo com Soares (2013) apud Oliveira (2011). O uso da TI gerou novas possibilidades de projeto, de telecomunicação e integração à distância, que contribui para amenizar a fragmentação que permeia o processo de projeto e o setor da construção (MELHADO, 2005).

Para Silva Junior (2009), a tecnologia BIM pode ser considerada uma nova geração de TI baseada na modelagem da informação e apresenta-se como uma tendência de integração entre projeto e execução, uma vez que nesta tecnologia é possível organizar, em um único banco de dados, todas as informações do empreendimento, acessíveis para todas as equipes envolvidas na construção.

## **2.2 BIM: surgimento**

No ano de 1975, o norte-americano Charles M. “Chuck” Eastman publicou, no extinto *AIA Journal*, o conceito do “*Building Description System*”, de acordo com Jerry Laiserin (EASTMAN et al., 2008), sendo este protótipo o mais antigo conceito do que se conhece hoje como BIM. Eastman incluía em seu trabalho noções de BIM básicas e, atualmente, rotineiras como a utilização de elementos previamente modelados como base para a geração de planos, isométricos ou perspectivas; a automatização das atualizações dos desenhos derivados dos modelos, evitando o redesenho; compatibilização da análise quantitativa e a descrição dos materiais durante o processo de modelagem; facilidade na geração dos quantitativos de materiais; adoção de um sistema de banco integrado de dados (MENEZES, 2011).

Na Europa, em especial no Reino Unido, aponta Menezes (2011), trabalhos de pesquisa e desenvolvimento semelhantes ao de Chuck Eastman foram realizados no fim da década de 1970 e início da década de 1980. Iniciava-se, em paralelo, o início da comercialização da tecnologia. Enquanto nos Estados Unidos tal abordagem era comumente descrita como *building product models* (modelos de produto da construção), na Europa tratavam-na como *product information models* (modelos de informação de produto). Em ambos os casos a palavra “*product*” (produto) foi adotada para distinguir tal abordagem daquela que tratava dos modelos

de “processo”, sendo que o termo *building information model* surgiu da mescla destas duas nomenclaturas.

Um artigo de autoria de Robert Aish, publicado em 1986, trazia no título o termo *building modeling* e elencava todos os argumentos conhecidos atualmente como BIM, além da tecnologia necessária para sua implantação, a inclusão da modelagem tridimensional, a geração automática de desenhos, os componentes paramétricos, bancos de dados relacionais e a descrição temporal das fases do processo construtivo. Foi a primeira utilização documentada do termo *building modeling* com o sentido de *building information modeling*, como é usado hoje em dia. O termo, como adotado hoje, somente foi documentado pela primeira vez em 1992, em um artigo intitulado “*Automation in Construction*” escrito por G. A. van Nederveen e F. Tolman (MENEZES, 2011).

O surgimento do conceito de modelagem do produto se deu em meio a mudanças econômicas, com a globalização dos mercados e aumento das pressões sobre as empresas. O conceito visava atender a um mercado mais exigente quanto aos prazos, custos e qualidade dos produtos, e buscava a melhoria dos processos, tornando-se essencial, para tal, a realização de uma abordagem integrada dos diferentes aspectos relacionados ao produto. O surgimento da modelagem do produto surge como importante ferramenta auxiliar na concepção, validação e construção do produto, garantindo o aumento da produtividade e a sobrevivência das empresas. Para tal, baseia-se na integração entre os processos de desenvolvimento do produto e na utilização da tecnologia da informação como suporte para tais processos (AYRES, 2009).

Na construção civil, a necessidade de inserção de uma mentalidade industrial surgiu a partir do aumento da complexidade dos processos construtivos, levando a adoção de soluções empregadas na indústria da manufatura. Desta forma, a noção de modelagem de produto adotada por outros setores industriais deu origem ao conceito BIM: *Building Information Modeling* (EASTMAN et al., 2008).

As definições *Building Information Modeling* e *Building Information Model* que aparecem nos textos referindo-se, ambas corretamente, ao BIM possuem uma diferença conceitual que deve ser enfatizada. Conforme, Manzione (2013) o termo *Building Information Modeling* (plataforma BIM) é usado para definir o processo de

gestão da informação enquanto o termo *Building Information Model(s)* (modelo BIM) refere-se ao conjunto de modelos digitais, compartilhados, integrados e interoperáveis que formam a “espinha dorsal” do *Building Information Modeling*.

## **2.3 Principais conceitos e características do BIM**

Neste tópico serão abordados os conceitos e características mais relevantes para o estudo da implantação da metodologia BIM. Alguns aspectos relativos ao processo de modelagem, como o domínio no uso e operação de softwares, não constituem objeto específico deste trabalho uma vez que a principal forma de contratação e execução de obras públicas no Brasil, como será apresentado posteriormente, se dá através de contratações de empresas privadas, por meio de processos licitatórios, para a realização de todas as etapas executivas do processo construtivo. Neste cenário, o poder público assume funções de concepção, fiscalização, gestão e controle dos serviços prestados pelas empresas contratadas, o que leva a conclusão de que os órgãos da administração pública, na maior parte dos casos, não realizarão as etapas de modelagem após a implantação da metodologia BIM.

Underwood e Isikdag (2010) listam as características dos *Building Information Models*: modelos orientados à objetos, riqueza de dados dos modelos que cobrem e mantêm as características físicas e funcionais dos elementos, apresentação da geometria da edificação em três dimensões, as inter-relações espaciais entre os elementos do edifício, a grande quantidade de informação semântica sobre os elementos do edifício mantida pelo modelo e modelos capazes de suportar e gerar automaticamente vistas conforme a necessidade do usuário.

### **2.3.1 Modelagem Paramétrica**

A modelagem paramétrica, ou parametricidade, é a principal característica que distingue os modelos desenvolvidos em BIM dos sistemas CAD tradicionais. Os objetos paramétricos não possuem geometria e propriedades fixas sendo representados por parâmetros e regras que determinam a geometria assim como propriedades não geométricas e demais características. Tais parâmetros e regras

permitem ainda a atualização automática dos objetos de acordo com o controle do usuário e mudanças no contexto (Eastman et. al., 2011). Os parâmetros podem ser entendidos como características utilizadas para determinação do comportamento de um objeto e definição das relações entre os componentes do modelo (Manziona, 2013).

Uma evolução da modelagem paramétrica em relação ao CAD, apontada por Eastman et al. (2011) foi o reconhecimento de que várias formas poderiam compartilhar parâmetros. Os limites de uma parede, por exemplo, são definidos pelas superfícies planas do chão, das paredes adjacentes e do teto que a ela se ligam. Uma vez conectados os objetos têm sua forma determinada em qualquer layout. Se uma única parede é movida, todos aqueles objetos ligados a ela serão atualizados, afirmam os autores supracitados.

Conforme destaca Andrade e Ruschel (2009) apud Soares (2013), a parametrização dos elementos do projeto, na qual são baseados os modelos BIM, possibilita a extração de relatórios, a verificação de interfaces entre objetos e a agregação de conhecimento de projetos.

São características dos objetos paramétricos segundo Eastman et al. (2008): o fato de consistirem em definições geométricas associadas à regras e dados; geometria integrada modificada automaticamente conforme as regras paramétricas para o objeto em virtude de sua inserção no modelo ou modificações; objetos definidos por diferentes níveis de agregação com habilidade de lidar com ampla variedade de propriedades e atributos; os objetos podem ser desenvolvidos pelos usuários através da criação de bibliotecas de classes de objetos.

Conhecemos como “famílias” cada um dos conjuntos de objetos paramétricos, relacionados entre si, que constituem o modelo paramétrico. A possibilidade de criação de novas famílias, existentes em alguns aplicativos BIM, permite a utilização destas famílias em qualquer outro projeto, formando um arcevo parametrizado para os profissionais e empresas de projeto (SOARES, 2013).



### 2.3.2 Interoperabilidade

Definida por Eastman et al. (2011) como a capacidade de trocar dados entre aplicações, que suaviza os fluxos de trabalho e às vezes facilita a sua automação, a interoperabilidade tem tradicionalmente contado com formatos de troca baseados em arquivos limitados a geometria, como DXF (*Drawing Exchange Format*). Entre sistemas BIM, os autores supracitados apontam para a existência de quatro maneiras diferentes para a troca de dados entre aplicativos: ligação direta, formato de arquivo de troca proprietário, trocas de dados de domínio público e formatos de troca de dados baseados em Extensible Markup Language (XML).

As ligações diretas com base nas interfaces de programação de aplicação constituem a rota mais antiga e ainda importante para interoperabilidade. Iniciados no final da década de 1980, os modelos de dados foram desenvolvidos para apoiar o intercâmbio de produtos e modelo de objeto dentro de diferentes indústrias. Os modelos de dados distinguem o esquema usado para organizar os dados enquanto a linguagem de esquema para transportar os dados (EASTMAN ET AL., 2011).

“Para que o setor da construção civil possa usufruir dos benefícios do BIM, as necessidades de troca de informações entre os diferentes agentes devem ser plenamente atendidas” (MANZIONE, 2013). Manzione afirma que os primeiros esforços neste sentido datam de 1994, com a criação da *Industry Alliance for Interoperability*, formada por um consórcio entre 12 companhias norte-americanas. Liderada pela *Autodesk*, o consórcio tinha como objetivo auxiliar no desenvolvimento de um conjunto de classes em C++ que sustentariam o desenvolvimento de aplicações integradas.

Em 1997, a *Industry Alliance for Interoperability* foi renomeada como *International Alliance for Interoperability (IAI)*, a partir do ingresso de outros membros da indústria. Em 2005 passou a se chamar *buildingSMART*, especializando-se no uso do BIM e do IFC (*Industry Foundation Class*) e promovendo-os como métodos mais eficientes de trabalho (MANZIONE, 2013).

O BIM é visualizado por muito profissionais, segundo Soares (2013), como um ambiente central onde as informações do empreendimento são disponibilizadas em uma biblioteca eletrônica de dados armazenada em local acessível por qualquer

agente envolvido no processo, existindo neste contexto um conceito de modelo completo, acessível e perfeito a todo tempo. No entanto, Smith e Tardif (2009), afirmam que apesar de ser um conceito sedutor, o modelo único não soluciona os problemas da construção, uma vez que existe a necessidade de trocas de informações específicas entre determinados agentes em tempo específico. “A troca eficiente, confiável e acessível de informações entre quaisquer agentes que delas necessitem, durante o ciclo de vida do edifício, passa a ser enfoque do BIM” (SMITH e TARDIF 2009 apud SOARES, 2013).

De acordo com Smith e Tardif (2009) são três os componentes da interoperabilidade (Figura 1): IDM (*Information Delivery Manuals*), o IFC (*Industry Foundation Class*) e os *Building Information Modeling Softwares*. Os dois primeiros são apresentados na sequência.

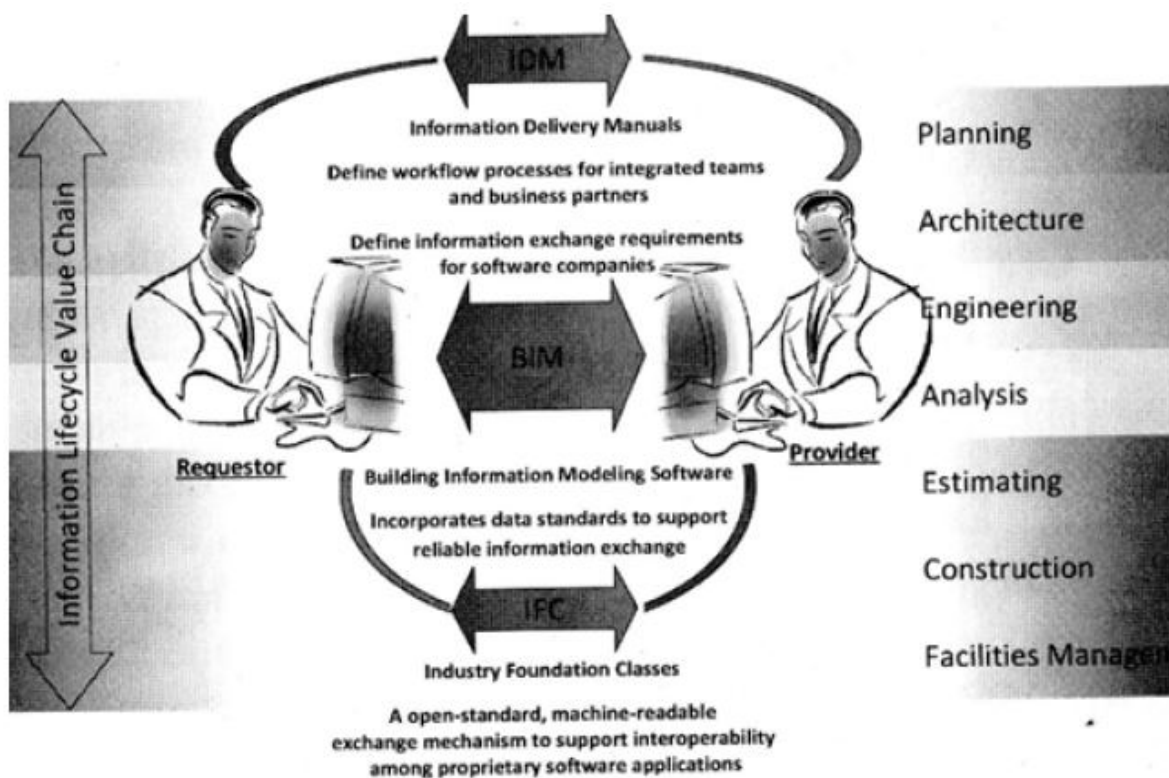


Figura 1: Componentes da Interoperabilidade (Fonte: Smith e Tardif, 2009).

### **2.3.2.1 IDM (*Information Delivery Manuals*)**

Desenvolvido pela buildingSMART como uma metodologia para capturar e especificar os processos de negócios durante o ciclo de vida de um produto, tornando-se uma norma ISO em 2002, a norma ISO-29481-1. Conceituado por Wix (2007) como uma metodologia capaz de estruturar processos de negócios em empreendimentos da construção civil, a IDM pode ser entendida tanto como um produto quanto uma metodologia. Produto por documentar a informação que precisa ser trocada para a execução de determinada tarefa dentro do processo e metodologia por modelar e estudar a reengenharia dos processos (MANZIONE, 2013).

### **2.3.2.2 IFC (*Industry Foundation Class*)**

De acordo com Manzione (2013), todas os programas/aplicações para BIM (ArchiCAD da Graphisoft, AECOsim da Bentley e Revit da Revit Technology Corporation/Autodesk, etc.) possuem suas estruturas internas de dados no “formato proprietário”, isto é, elas não podem compartilhar suas informações entre si, a menos que exista um tradutor para isso.

Para trocar e compartilhar dados de BIM entre aplicativos desenvolvidos por diferentes fornecedores de software foi desenvolvido o IFC (Industry Foundation Classes): modelo de dados que define como trocar ou compartilhar informações de um edifício. Foi desenvolvido pela buildingSMART como um protocolo aberto para troca de informações entre aplicativos BIM. O IFC foi desenvolvido, segundo Eastman et al.(2008), para criar um conjunto de dados para representar um modelo de dados de um edifício, permitindo a troca de informações entre diferentes fabricantes de softwares. Trata-se de formato “não proprietário” disponível livremente para a definição de objetos na indústria da construção civil.

O IFC abrange todas as disciplinas envolvidas no processo de construção de uma edificação e em todas as etapas do seu ciclo de vida: concepção, projeto, construção, reforma e demolição, sendo registrado pela ISO como ISO-PAS-16739 (2005) (MANZIONE, 2013). É o modo mais adequado para que se possa abrir e

examinar dados sem necessitar dos softwares nativos usados por cada parceiro de projeto. Como um formato aberto, o IFC não pertence a um único fornecedor de software, é neutro e independente.

A primeira versão 1.0 do IFC foi lançada em 1997 e hoje se encontra na versão IFC4, após sucessivas e regulares atualizações. As versões vêm sofrendo modificações e incrementos que objetivam representar com cada vez mais realidade e riqueza de detalhes as entidades e relações no edifício e no seu ciclo de vida (MANZIONE, 2013).

A Figura 2 apresentada uma visão geral da arquitetura do IFC, em uma descrição simplificada dessa estrutura, feita Manzione (2013) a partir da revisão e resumo dos conceitos de Eastman et al. (2008), Khemlani (2004) e do endereço eletrônico da buildingSMART (2012). Na estrutura são representadas quatro camadas, descritas por Manzione conforme reescrito a seguir:

- **Camada de Recursos:** essa camada é a base, composta por entidades comumente utilizadas nos objetos da AEC (arquitetura, engenharia e construção civil), como geometria, topologia, materiais, medidas, agentes responsáveis, representação, custos, etc.

- **Camada do Núcleo:** todas as entidades dessa camada derivam da raiz do IFC e contêm entidades abstratas que são referenciadas pelas camadas mais altas da hierarquia. A camada do núcleo é subdividida em quatro subcamadas de extensão: Controle, Produto, Processo e Núcleo.

- **Camada de elementos compartilhados ou de interoperabilidade:** essa camada compreende as categorias de entidades que representam os elementos físicos de um edifício. É utilizada para compartilhamento de especialidades e de aplicações de manutenção. Ela possui definições de entidades como vigas, colunas, paredes, portas e outros elementos físicos de um edifício, assim como propriedades para controle de fluxos, fluidos, propriedades acústicas, entre outras.

- **Camada de domínios:** essa é a camada de nível mais alto e abrange entidades de disciplinas específicas, como Arquitetura, Estrutura, Instalações, entre outras.

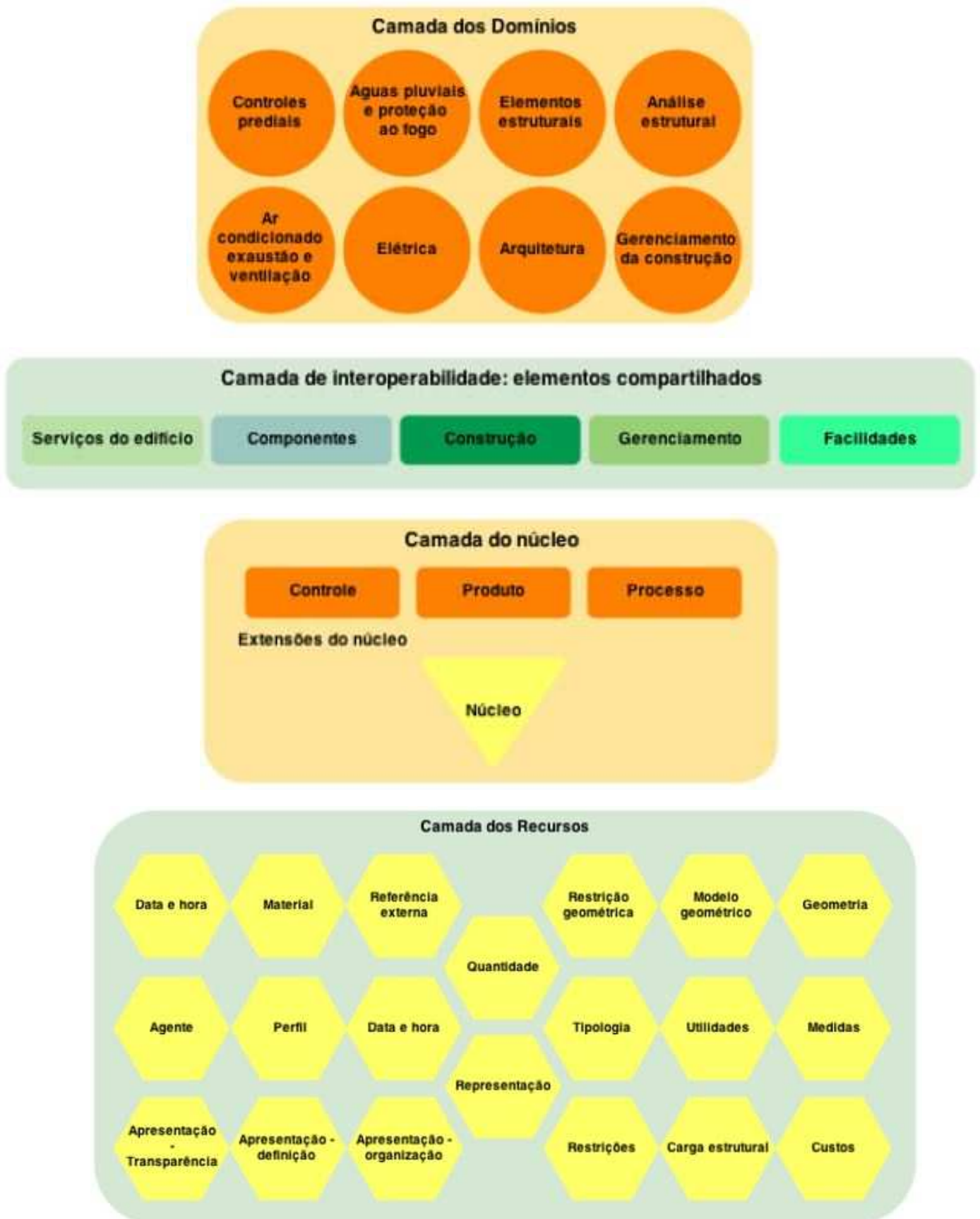


Figura 2: Visão geral da arquitetura do IFC (Fonte: Manzione (2013) adaptado de buildingSmart (2012)).

Manzione explica que o IFC está disponível para as empresas de softwares desenvolverem exportações de dados no formato, visto seu caráter neutro e aberto. Para tal, os aplicativos necessitam ser compatíveis com o formato IFC, o que é feito através de um processo de certificação desenvolvido pela buildingSMART. Atualmente, existem aproximadamente 150 softwares certificados como compatíveis com IFC e podemos citar como exemplos de aplicativos BIM os seguintes programas de modelagem e análise de dados (Figura 3): ArchiCAD (Graphisoft); Revit (Autodesk), VectorWorks Architect, MicroStation (Bentley), entre outros (OLIVEIRA, 2011 apud SOARES, 2013).

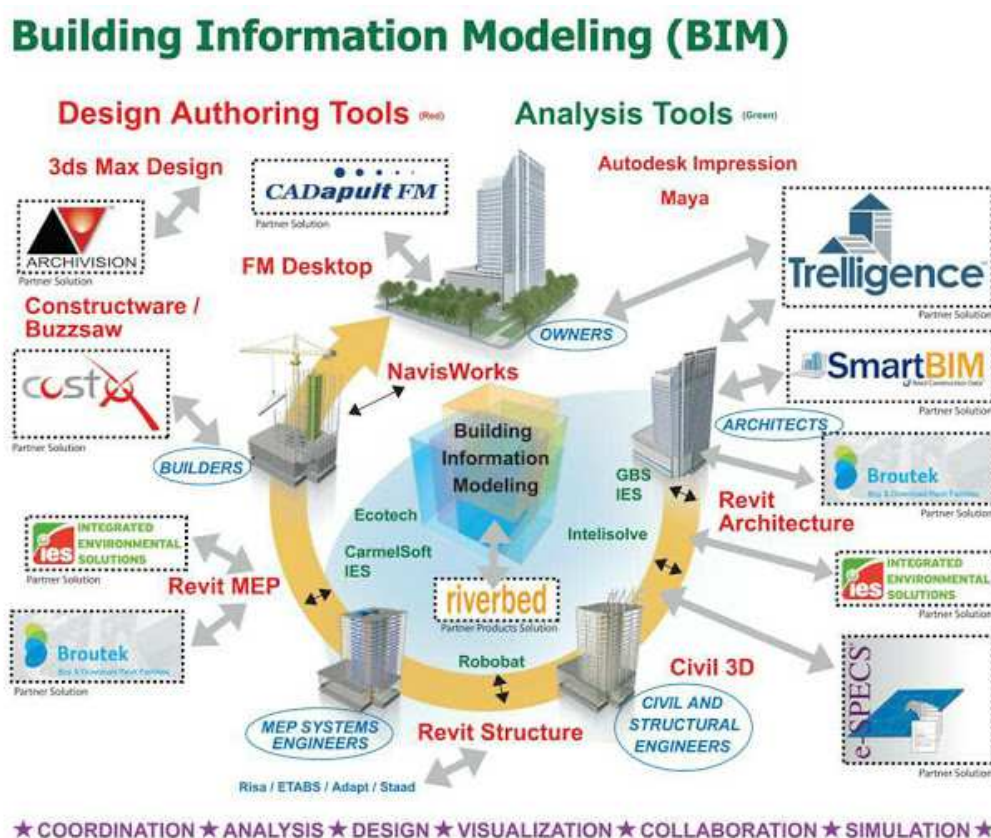


Figura 3: Exemplo de empresas fornecedoras de softwares BIM (Fonte: Neural Energy Consulting, acesso em 26/02/2016).

## 2.4 Administração Pública Contemporânea

A definição de administração pública, segundo White (1950), abrange todas as operações que objetivam a realização ou o cumprimento dos desígnios públicos. Para Geneviva (2005), a administração pública é o conjunto de órgãos do Estado

encarregado de exercer, em benefício do bem comum, funções previstas na Constituição nas leis. Outro autor, Bobbio (2001), define a administração pública como o conjunto de atividades diretamente destinadas à execução das tarefas ou incumbências consideradas de interesse público, numa coletividade ou numa organização estatal.

Segundo Matias-Pereira (2012) “a gestão pública pode ser entendida como a governança de uma rede complexa, integrada por inúmeros e distintos autores como partes do governo local, regional e nacional, cujos objetivos e interesses são conflitantes”. O autor afirma que para cumprir seu papel de promover a pessoa humana e o seu desenvolvimento integral, o governo, através da administração pública, necessita criar condições necessárias para garantir os direitos constitucionais dos cidadãos.

As mudanças de paradigmas no mundo, conforme explica Matias, Pereira (2012), geram os desafios da gestão pública contemporânea. Segundo o autor, as transformações que a denominada “sociedade do conhecimento”, ou ainda “economia da informação” ou “sociedade da informação”, provocam na sociedade mundial são possíveis a partir de uma visão mais abrangente do mundo atual.

O ritmo do processo de globalização, numa velocidade cada vez maior, especialmente com a utilização das redes digitais, está provocando e exigindo mudanças profundas nos Estado-nação, nos governos e administrações públicas, na sociedade, nos âmbitos: local, regional, nacional e global, que vão além das esferas econômicas, social e ambiental. (MATIAS, PEREIRA, 2012).

Matias, Pereira (2012) afirma que as turbulências e as condições que levam aos grandes avanços na história da humanidade são criadas a partir do surgimento de novos paradigmas, como aconteceu na primeira e segunda revolução industrial, iniciada na Inglaterra e se espalhando de forma acelerada por todo mundo civilizado. Revela, ainda, que “o exame da literatura sobre a administração pública brasileira na atualidade nos revela que a sua estrutura atual ainda permanece pesada, burocrática e centralizada”. A administração pública, segundo o autor, não vem respondendo de forma adequada às demandas e aos desafios da modernidade, mesmo diante das pressões exercidas pela sociedade e dos reflexos provocados pela globalização.

O principal desafio dos governos e da administração pública no mundo contemporâneo é promover o desenvolvimento econômico e social sustentável, num ambiente de mudanças de paradigmas, que estão impactando de maneira profunda na sociedade, em especial nas áreas econômicas, sociais, ambientais, culturais e tecnológicas. (MATIAS, PEREIRA, 2012).

As principais funções do Estado estão divididas em quatro grandes setores, conforme Matias, Pereira (2012) descreve:

- **funções de Estado *stricto sensu*** orientadas para a manutenção da ordem interna, defesa do território, representação externa, provimento da justiça, tributação e administração dos serviços que presta;

- **funções econômicas** que cuidam da criação e da administração da moeda nacional, regulamentação dos mercados e promoção do desenvolvimento-planejamento, geração de incentivos e estímulos, construção de infraestrutura em setores estratégicos, entre outros;

- **funções sociais** destinadas ao provimento universal dos bens sociais fundamentais, como saúde, educação, habitação, alimentação, redes de proteção social etc.;

- **funções de preservação do meio ambiente.**

No entanto, Matias, Pereira (2012) afirma que a principal função do Estado-nação no mundo contemporâneo é a de ampliar de forma sistemática as oportunidades individuais, institucionais e regionais, preocupando-se, também, em gerar estímulos que facilitem a incorporação de novas tecnologias e inovações no setor público que proporcionem as condições exigidas para atender às demandas da sociedade contemporânea.

A forma de atuar da gestão pública têm como referência as escolhas da sociedade, refletindo intensamente sobre os cidadãos, os segmentos sociais e os agentes econômicos. A gestão pública é o meio pelo qual se efetiva a ação do Estado-nação que objetiva viabilizar e garantir direitos, ofertar serviços e distribuir recursos (MATIAS-PEREIRA, 2012).

A reforma e a modernização do Estado visam permitir que os governantes atuem com maior transparência na gestão pública, alcancem maior eficiência, eficácia e efetividade na qualidade dos serviços ofertados à população, permitindo a



inclusão social e o fortalecimento das políticas públicas. Deve buscar, permanentemente, a estruturação de um modelo de gestão que possa alcançar diversos objetivos, dentre eles: melhoria da qualidade de serviço à população; aperfeiçoamento do sistema de controle social da administração pública; elevação da transparência, combate à corrupção e valorização do servidor público (MATIAS, PEREIRA, 2012).

#### **2.4.1 Pilares do modelo contemporâneo de gestão pública**

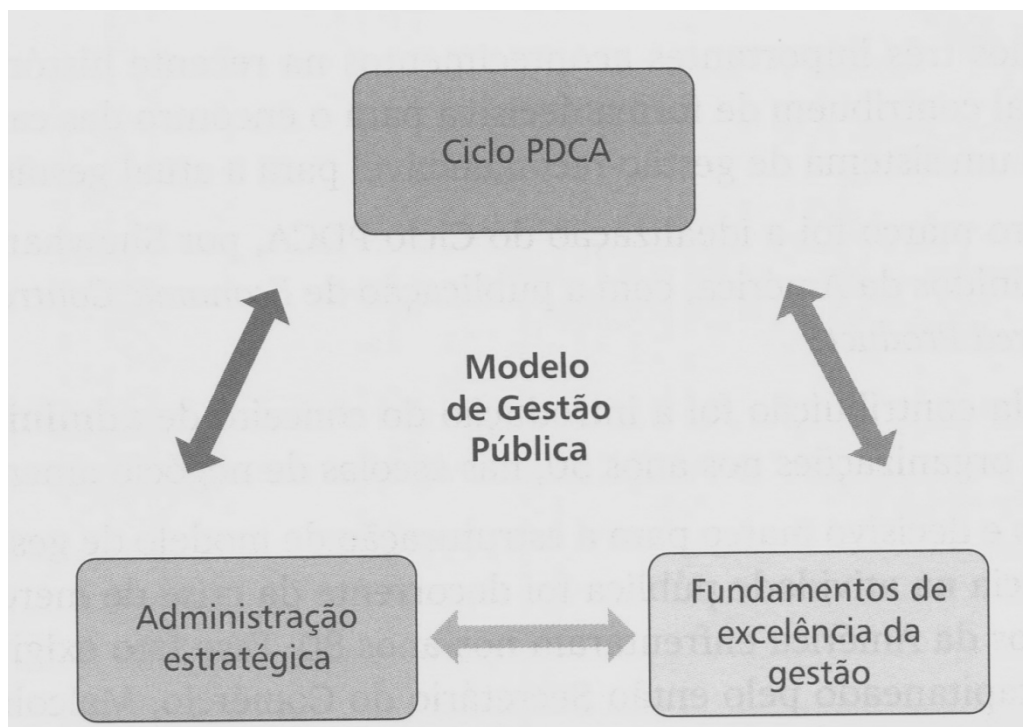
Surgida como opção à administração burocrática, modelo de gestão adotado pelo Estado no decorrer do século XX, a administração gerencial surge como modelo de administração pública que possui características essenciais ao sucesso e satisfação da sociedade (ALDARVIS, 2010). A administração gerencial pode ser entendida como um estágio evoluído em relação à administração burocrática, que por sua vez, também representa uma evolução em relação à administração pública brasileira extremamente patrimonialista que vigorou até 1936, conforme destaca Aldarvis, 2010.

Como características básicas da administração gerencial Pereira (2001) apresenta:

- administração voltada para o cidadão;
- pressuposto que políticos e funcionários públicos merecem grau de confiança limitado;
- serve-se da descentralização do poder decisório;
- incentiva a criatividade e a inovação;
- utiliza o contrato de gestão como instrumento de controle dos gestores públicos.

Aldarvis (2010) aponta três importantes acontecimentos, ocorridos na recente história da administração geral, como marcos para a estruturação de um modelo de gestão em busca da excelência na atividade pública, constituindo, assim, os pilares para um modelo contemporâneo de gestão pública (Figura 4): administração

estratégica nas organizações, fundamentos de excelência em gestão e o ciclo PDCA ou ciclo de Shewhart.



**Figura 4: Pilares do modelo contemporâneo de gestão pública (fonte: Aldarvis, 2010).**

### **Administração estratégica nas organizações**

Conceito introduzido nas escolas de negócios americanas, nos anos 50, como resultado de um estudo patrocinado pela Fundação Ford e a Carnegie Corporation que teve como escopo revisar os currículos das escolas. A inserção de uma nova área nos currículos, denominada política de negócios, tinha como objetivos dar aos alunos uma visão sistêmica da gestão das organizações em seus diversos setores, além de dar-lhes a capacidade de resolver problemas reais em simultaneidade com o desenvolvimento de uma visão futura em relação ao negócio. A organização deve estar integrada ao seu ambiente de atuação, tendo como resultado a diferenciação competitiva em relação aos concorrentes (ALDARVIS, 2010).

## **Fundamentos de excelência em gestão**

Surgiram nos Estados Unidos da América como um esforço nacional para solucionar a grave crise de mercado enfrentada nos anos 80. A perda do mercado interno de automóveis para as montadoras japonesas fez com que o então Secretário do Comércio Americano, Malcolm Baldrige, se reunisse com empresários do setor para investigar o que se passava. Como resultado, constataram fatores diferenciais nos produtos japoneses: o padrão de qualidade dos produtos, a garantia de uso assegurada por uma rede de concessionárias, além do atendimento personalizado e atencioso aos clientes e preços competitivos.

Os fundamentos da excelência da gestão surgiram da investigação das características de funcionalidade e da estrutura de empresas americanas de expressão mundial, constituindo-se das características comuns entre as organizações investigadas. Apesar da variabilidade nas práticas operacionais das organizações, o fundamento era o mesmo com foco no cliente e no mercado. Apesar de todas as empresas colocarem o cliente como principal referencial para tomada de decisão, cada uma delas realizava suas práticas conforme o seu tipo de produto, sua forma de fazê-lo e seguindo seus preceitos de inovação.

Como ação estratégica para identificar práticas que gerassem resultados favoráveis e diferencial competitivo entre as empresas americanas foi criado, no ano de 1987, o Prêmio Nacional de Qualidade Americano, o *Malcolm Baldrige National Quality Award*. O regulamento da premiação trazia questões dirigidas que investigavam como as organizações participantes praticavam os fundamentos considerados.

No Brasil foi criada, em 1991, a Fundação Nacional da Qualidade, que promoveu a criação do Prêmio Nacional da Qualidade, moldado a partir do modelo norte-americano. A Fundação Nacional da Qualidade aplica no nosso país, atualmente, os seguintes fundamentos da Excelência da Gestão: pensamento sistêmico; aprendizado organizacional; cultura de inovação; liderança e constância de propósitos; orientação por processos e informações; visão de futuro; geração de valor; valorização das pessoas; conhecimento sobre o cliente e o mercado; e desenvolvimento de parcerias e responsabilidade social.

Em 2005, o Governo Federal do Brasil criou o Gespública, Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização, cuja missão é promover a excelência na gestão pública, com a finalidade de contribuir para a qualidade dos serviços públicos prestados e o aumento da competitividade do país (ALDARVIS, 2010).

O Gespública foi instituído pelo Decreto no 5.378, de 23 de fevereiro de 2005, sendo o resultado evolutivo dos programas de Qualidade e Produtividade da Administração Pública iniciados no início dos anos 90 (Figura 5). O Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão define o GesPública como uma política pública de vanguarda, formulada para a gestão, alicerçada em um modelo de gestão singular que incorpora à dimensão técnica, própria da administração, a dimensão social, até então, restrita à dimensão política.



**Figura 5: Marcos evolutivos da GesPública (Fonte: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2009).**

### **Ciclo PDCA ou ciclo de Shewhart**

Desenvolvido em 1931 nos Estados Unidos da América, o ciclo PDCA é uma das ferramentas idealizadas por W. A. Shewhart na composição do que chamou de controle da qualidade: um conjunto de ferramentas estatísticas e de probabilidade com objetivo de eliminar os problemas de qualidade da produção e de produtos relacionados à variabilidade dos processos em relação ao projeto.

O ciclo PDCA é uma ferramenta de controle gerencial que têm por finalidade controlar a melhoria contínua de um processo ou do sistema de gestão de uma organização. As melhorias sistemáticas, causadoras dos impactos cumulativos no desempenho dos processos organizacionais, constituem o ciclo PDCA (FIEL FILHO, 2010). O ciclo PDCA é composto pelas quatro fases descritas, de forma sucinta, a seguir e representadas esquematicamente na Figura 6:

- **Planejamento (Plan):** fase onde é estabelecido um plano de ação para atingir as melhorias;
- **Fazer ou executar (Do):** fase na qual se estabelecem as ações de melhoria;
- **Verificação (Check):** fase na qual deve-se verificar se as melhorias esperadas foram alcançadas pelo plano implantado.
- **Ação (act):** fase onde ocorrem a realização e padronização de novos procedimentos com objetivo de evitar a recorrência do problema original ou definição de metas para novas melhorias.

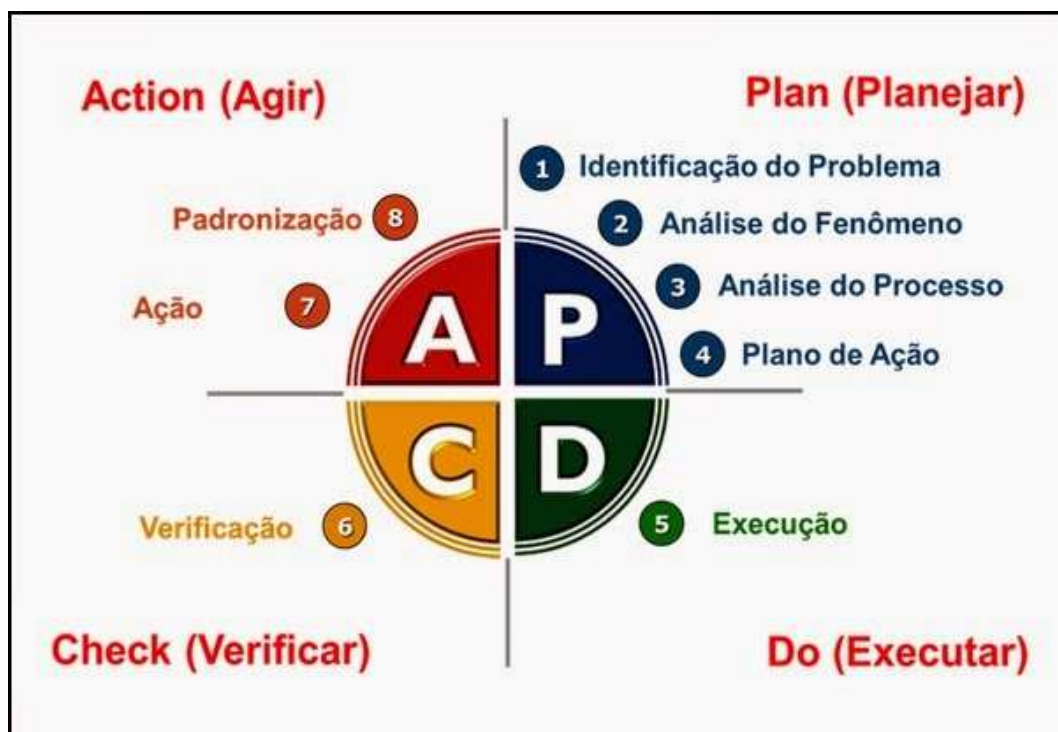


Figura 6: Etapas do ciclo PDCA (fonte: [www.portal-administracao.com](http://www.portal-administracao.com), acesso em 26/02/2016).

Algumas ferramentas para a melhoria da qualidade podem ser adotadas para atingir a melhoria com a aplicação do ciclo PDCA, como destaca Fiel Filho (2010):

- **Formulário de coleta de dados:** coleta de dados para informação precisa dos fatos;
- **Benchmarking:** comparação dos indicadores de desempenho do processo analisado com os líderes reconhecidos;
- **Brainstorming:** explanação de ideias do grupo para a identificação de possíveis soluções para os problemas do processo;
- **Diagrama de causa e efeito:** análise e comunicação de relações de causa e efeito, facilitando a resolução de problemas e identificação de causas;
- **Diagrama de fluxo:** descrição de um processo existente ou projeto de um novo processo;
- **Histograma:** comunicação visual sobre o comportamento da distribuição do processo indicando para onde os esforços devem ser direcionados;
- **Diagrama de Pareto:** classificação e priorização das oportunidades de melhorias.

## 2.5 Gestão dos Processos na Administração Pública

A qualidade no serviço público é um elemento forte de marketing que pode muito bem ser usado para conquistar a simpatia do contribuinte. Portanto, a publicidade em torno da qualidade não pode se restringir à promessa de palanque em épocas de eleição, precisa-se de ações concretas e visíveis. (FIEL FILHO, 2010).

Paladini (2006) apud Fiel Filho (2010) afirma que vivemos um momento onde o mundo se preocupa em economizar os recursos naturais, sendo esta a hora da qualidade. Um programa de qualidade, afirma, com certeza sempre beneficiará o melhor aproveitamento dos recursos com a redução dos desperdícios.

Para que não ocorra a adoção de estratégias inadequadas nos programas de qualidade do serviço público, Fiel Filho (2010) ressalta que, entre outras ações, deve-se evitar que se crie uma expectativa em torno do programa na esfera de governo. Sugere, ainda, a criação de programas de melhorias localizadas e

definidas, cujos resultados previstos sejam simples, diretos e observáveis em curto espaço de tempo e bem visíveis. O autor em questão não considera este o método ideal para a implantação de um programa de qualidade, no entanto considera uma forma viável para a introdução de melhorias nas atividades dos serviços públicos.

A gestão por processos, que possibilita uma visão integrada das atividades da organização, pode ser utilizada com o objetivo de se fazer uma gestão que reúna e integre esforços que venham apresentar resultados, possibilitando o conhecimento, funcionamento, avaliação, controle e melhoria contínua dos resultados dos processos na organização. A gestão por processos permite a formulação de estratégias que contribuam para a promoção da qualidade, com a redução de custos e maior satisfação dos clientes (FIEL FILHO, 2010).

Vários autores definem o conceito de processo conforme apresenta Fiel Filho baseado no trabalho de Mello et al. (2009): Harrington (1993) define processo como um grupo de tarefas interligadas logicamente, que utilizam os recursos da organização para gerar os resultados definidos, apoiando seus objetivos; Davenport (1994) define-o como a ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço, com começo e fim, entradas e saídas claramente identificadas, constituindo uma estrutura para a ação; para Rummler e Brache (1994) processo constitui uma série de etapas criadas para produzir um produto ou serviço; Johansson e Michugh (1995) definem processo como conjunto de atividades vinculadas que tomam um insumo e o transformam para criar um resultado, adicionando valor ao insumo e criando um resultado útil e eficaz ao recebedor (FIEL FILHO, 2010).

Segundo Harrington (1993), nas atividades organizadas por processos, o trabalho é sequenciado em termos de uma cadeia de relações entre as diversas equipes da organização, onde as pessoas se comunicam diretamente com quem está na sequência do processo. Neste sentido, a gestão de processos se contrapõe à estruturação funcional, na qual é comum a existência de organogramas que determinam uma linha de comando verticalizada, dividida em departamentos e setores de forma hierárquica (FIEL FILHO, 2010).

Em muitos casos os organogramas que representam a estruturação funcional constituem uma estrutura excessivamente rígida levando à necessidade de

modificações, em termos práticos, para adequação às necessidades da prática gerencial cotidiana (CASTRO, 2011). A funcionalidade dos recursos gerenciais, explica Vargas (2008) apud Castro (2011), é garantida através de um arranjo informal em certas ramificações operacionais. A Figura 8 apresenta, como exemplo, o organograma oficial da Sudecap (Superintendência de Desenvolvimento da Capital), autarquia da Prefeitura de Belo Horizonte criada em 1969 para planejar e executar as obras públicas municipais. Neste organograma pode-se notar a ausência de ligação oficial, por exemplo, entre o Departamento de Obras de Edificações e o Departamento de Manutenção. Segundo a hierarquia representada no organograma, cada departamento deve sempre se reportar à diretoria, de Projeto e Operacional, respectivamente, exemplificando a rigidez citada acima. A falta de comunicação e troca de informações diretas entre os departamentos pode levar a morosidade excessiva de determinado processo e é natural que os profissionais envolvidos promovam as modificações necessárias para a realização de suas funções.

Motta (1995) afirma que estrutura funcional cria barreiras dentro da organização (entre departamentos e setores), enquanto na gestão por processos, a organização é horizontalizada e proporciona uma visão sistêmica do trabalho, mostrando a interdependência entre os agentes envolvidos no processo como parte de uma cadeia destinada a gerar resultados.

A gestão de processos, segundo Fiel Filho (2010), estabelece uma visão diferente da gestão funcional em aspectos como: objetivos direcionados para o cliente dos processos, em especial o cliente final; recursos agrupados com o propósito de realizar o trabalho completo, permitindo que os colaboradores tenham visão do processo como um todo; e a informação necessária para que a realização do processo siga continuamente sem o filtro da hierarquia estabelecida na estrutura funcional.

A NBR ISO 9001: Sistemas de Gestão da Qualidade apresenta seu sistema de gestão da qualidade com abordagem nos processos, exigindo a melhoria contínua do sistema de gestão (Figura 7). Tal abordagem leva a melhoria compulsória dos processos, afirma Fiel Filho (2010).





Figura 7: Modelo de um sistema de gestão baseado em processos (Fonte: <http://www.edjconsultoria.com.br/> adaptação da NBRISO 9001:2008).



### **2.5.1 Considerações sobre a implementação dos processos**

A implementação de um processo visa fazê-lo funcionar tal qual planejado, dando materialidade ao produto pensado, segundo Maranhão e Macieira (2004). Fiel Filho (2010) ressalta que nem sempre o processo começa a funcionar como se esperava, considerando este fato comum quando se trata de um processo completamente novo e diferenciado dos empregados na organização. Esta variabilidade no funcionamento do processo é decorrente da inexistência de experiência anterior comprovada.

Durante a implantação é necessária a indicação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS), que são as condições para a realização com êxito de um processo. Os FCS constituem uma maneira de sinalizar para os colaboradores da organização as áreas onde o êxito é fundamental para que os objetivos sejam alcançados. A indicação precisa dos FCS e sua aplicação correta e eficaz são necessárias para a implementação de um processo (FIEL FILHO, 2010).

### **2.5.2 Administração dos processos no serviço público**

O acompanhamento dos resultados dos processos principais e dos processos de apoio, a análise de sua tendência, a sua comparação através do benchmarking, o estabelecimento de metas a serem atingidas, tudo isso assegura a melhoria contínua desses processos, possibilitando uma gestão pública em constante melhoria e com muito mais qualidade para o cidadão-usuário e de outras partes interessadas (FIEL FILHO, 2010).

Conforme explica Fiel Filho (2010), o maior desafio do administrador público é de ordem gerencial, em detrimento às ordens econômica e social. A capacidade de gestão é mais exigida quanto mais escassos os recursos e maiores as demandas sociais.

A administração dos processos é ferramenta fundamental para atingir os objetivos da gestão, explica o autor supracitado, desde que estes processos sejam capazes de gerar produtos que atendam às expectativas das partes interessadas.

Os cidadãos (usuários) devem ter suas necessidades traduzidas em requisitos de processo e produto, com a definição de indicadores de desempenho dos processos que devem ser comparados com as metas pré-estabelecidas. Este

comparativo fornece informações sobre os potenciais pontos de melhoria dos processos, visando encontrar e incorporar características que garantam a valorização para cidadãos e demais partes interessadas (FIEL FILHO, 2010).

## 2.6 Princípios Constitucionais

A Administração Pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência (Artigo 37 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988).

No Direito Constitucional, princípios são os valores ordenadores do sistema jurídico que possibilitam maior abertura e enraizamento de legitimidade, variando conforme o momento histórico, social e político de uma sociedade (Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2009).

Os princípios constitucionais devem ser obedecidos pela administração pública, amparando-se no cumprimento de disposição legal, objetivando o bem comum, sem privilégios, pautando sua atuação no equilíbrio e bom-senso (COSTA, 2010).

Segundo Costa (2010), os princípios se definem como enunciações normativas de valor genérico, cuja função é orientar a compreensão do ordenamento jurídico. A autora apresenta uma relação de princípios extraídos dos textos legais que funcionam como balizas para nortear a atividade do intérprete, neutralizando o subjetivismo. Abaixo são apresentados, de forma objetiva, tais princípios:

- **Princípio da supremacia do interesse público:** a administração tem que levar em conta a coletividade, a supremacia do interesse social sobre o interesse individual. A supremacia do interesse público está presente tanto no momento da elaboração da lei quanto no momento da sua aplicação pela administração pública.

A administração pública pode intervir no particular desde que se pautar no princípio da legalidade, obedecendo às restrições dos direitos individuais, a proporcionalidade e pautando suas decisões no respeito à dignidade do indivíduo, que não pode ser referida mesmo que em nome do interesse público.

Como exemplo típico da supremacia do interesse público pode-se citar a desapropriação de um imóvel para a construção de linhas de metrô superficial. Neste contexto, o interesse privado do proprietário é prejudicado, mas para esta mesma pessoa, enquanto participante da comunidade, o interesse público é satisfeito uma vez que contará com um melhor sistema de transporte público.

- **Princípio da legalidade:** o texto constitucional aponta acentuadas limitações aos poderes públicos, em especial ao Poder Executivo e seus agentes. Vem consagrado no inciso II do artigo 5º da Constituição Federal, portanto a administração pública só pode fazer o que a lei permite. Em contrapartida, no direito privado os particulares podem fazer tudo aquilo que a lei não proíbe, sendo que qualquer ação ou omissão só poderá ser exigida se consagrada em lei (Princípio da autonomia prescrito na Declaração Universal dos Direitos do Homem e do Cidadão).

- **Princípio da moralidade:** preceitos que obrigam o homem a agir de acordo com a justiça e equidade, requerendo honestidade nos atos administrativos. O artigo 5º, inciso LXXIII, da Constituição Federal prevê a possibilidade de anulação de atos lesivos à moralidade administrativa. Todo ato imoral praticado pelo agente público pode ser anulado e a administração pública ressarcida dos danos causados, desde que comprovado o dano sofrido.

- **Princípio da impessoalidade:** conforme os artigos 37, *caput*, e 5º, *caput*, da Constituição Federal de 1988, a atividade administrativa deve tratar a todos com igualdade, sem distinção de tratamento privilegiado a qualquer cidadão.

- **Princípio da publicidade:** confere ao administrado (sociedade como um todo) o conhecimento dos atos administrativos oficiais, salvo os atos definidos na Constituição em razão da segurança pública. Também abrangem o princípio da publicidade o direito de receber dos órgãos públicos informações de interesse particular, coletivo ou geral (artigo 5º, inciso XXXIV, da Constituição Federal); direito de obter junto à administração certidões para defesa de direitos e esclarecimentos pessoais (artigo 5º, inciso XXXIV, da Constituição Federal); direito de acesso dos usuários a registros administrativos e atos do governo (artigo 37, § 3º, inciso II, da Constituição Federal).

- **Princípio da eficiência:** por este princípio constitucional foi introduzido o serviço público. A partir da Emenda Constitucional nº 19, o administrador deve

buscar soluções de maneira eficiente que minimizem ou atenuem a demanda pública de forma a dar soluções para questões concretas que estejam dentro do contexto legal, mas que traga efetividade à prestação do serviço público.

- **Princípio da razoabilidade:** possibilita o administrador público adotar a providência mais adequada ao caso concreto, aplicando de forma correta a lei e aderindo ao abstrato conteúdo local. Visa desta forma, evitar a adoção de critério subjetivo da administração pública e adota o senso normal, das pessoas equilibradas.

- **Princípio da motivação:** a administração tem o dever de justificar seus atos e a motivação legal esclarecendo logicamente as providências tomadas.

- **Princípio da legitimidade ou veracidade:** a administração age com presunção de legalidade de seus atos, estando submissa à Lei, e até prova em contrário todos os seus atos são verdadeiros. Este princípio vigora para evitar que todos os atos da administração sejam objeto de dúvida e, com isso, o surgimento de questionamentos de todos os atos do agente público.

- **Princípio da especialidade:** como forma de descentralização da prestação de serviço público, o Estado cria pessoas jurídicas, normalmente autarquias criadas por lei para uma finalidade específica não podendo seus administradores afastarem-se dos fins a que foi criada. Aplica-se também às demais personalidades jurídicas criadas por lei para a administração indireta, como as empresas públicas, as sociedades de economia mista e as fundações públicas.

- **Princípio do controle ou tutela:** por este princípio, a administração pública direta fiscaliza a atividade dos entes da administração pública indireta, garantindo o cumprimento das especialidades para as quais foi criada.

- **Princípio da autotutela:** é o controle da administração direta sobre os próprios atos, com possibilidade do administrador revogar os atos ilegais, inconvenientes ou inoportunos, sem necessidade da intervenção do Poder Judiciário.

- **Princípio da hierarquia:** nos órgãos e agentes da administração pública existe uma hierarquia com vínculo de subordinação através de escalões sucessivos, definindo os limites dos superiores e subalternos.

- **Princípio da continuidade:** a prestação de serviço público retrata o interesse social e pode ser considerado essencial para a própria subsistência humana. Decorre, do exposto, a proibição de greve em setores essenciais.

- **Princípio do controle judicial:** o controle do judiciário sobre a administração se restringe à legalidade. O judiciário deverá apreciar se a administração agiu no cumprimento legal, dentro da moralidade administrativa e na defesa do interesse público.

- **Princípio da responsabilidade do Estado:** o Estado está obrigado a reparar o dano causado a terceiros por seus agentes, assegurado o direito de regresso contra o responsável nos casos de dolo ou culpa (artigo 37, § 6º, da Constituição Federal, responsabilidade objetiva).

- **Princípio do processo legal e da ampla defesa:** são conceitos destinados a garantir as constitucionais ao devido processo legal. Defende o cidadão do arbítrio, impondo à administração a observância ao princípio da legalidade e da moralidade administrativa, e está expresso no artigo 5º, inciso LV, da Constituição Federal.

### 3 METODOLOGIA

O procedimento metodológico utilizado para a realização deste trabalho consistiu na realização de pesquisa qualitativa através da revisão bibliográfica dos temas em estudo conforme as seguintes etapas: revisão bibliográfica sobre BIM, enfocando as principais características do processo, histórico e crescimento da utilização na AEC; revisão bibliográfica sobre a gestão de empreendimentos na Administração Pública com ênfase na coordenação e fiscalização de projetos; os processos burocráticos para compra e contratação de serviços e insumos e os problemas relacionados com o cumprimento de prazos, aditivos de obras e qualificação profissional dos servidores; além da análise das vantagens da adoção do BIM e das dificuldades relacionadas à sua implantação, tendo em vista as características particulares dos órgãos públicos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Análise dos benefícios da Metodologia BIM nos serviços públicos de engenharia e arquitetura

A Metodologia BIM possui uma série de vantagens em relação aos métodos tradicionais de projeto e construção na AEC, implicando em todo o processo construtivo desde os estudos de viabilidade e concepção até as etapas de construção, operação e manutenção. As novas possibilidades de visualização e processamento de informações, a atualização automática dos modelos e desenhos gerados, melhoria nos procedimentos de verificação de interferências, maior eficiência na gestão do fluxo de informações, aumento da produtividade, melhoria nos processos colaborativos nas etapas de projeto e as melhorias nos processos de orçamentação e controle de custos são alguns dos atrativos da adoção da Metodologia BIM.

Segundo Eastman et al. (2011), a tecnologia BIM pode apoiar e melhorar muitas práticas empresariais, e apesar da indústria AEC ainda estar em uma fase inicial da utilização do BIM melhorias significativas já foram realizadas quando comparado aos sistemas CAD tradicionais.

Eastman et al. (2011) apontam a tecnologia BIM como a chave para responder como os processos de projeto e construção civil irão se comportar diante das pressões relativas ao aumento na complexidade dos empreendimentos, a necessidade de desenvolvimento mais rápido e as questões relacionadas à sustentabilidade enquanto reduz custos na construção dos empreendimentos.

Os autores apresentam os benefícios da utilização do BIM sob a perspectiva dos proprietários (*owners*) na pré-construção, do projeto (*design*), da construção e fabricação (*construction and fabrication*) e da pós construção (*post construction*), apresentadas na sequência.

#### **Benefícios durante etapa de pré-construção**

- **Concepção e análise de viabilidade do projeto:** antes mesmo da contratação de um arquiteto, o proprietário (ou investidor) precisa determinar se o



empreendimento pode ser construído dentro de um determinado orçamento de custo e tempo, atendendo aos níveis de qualidade e demais requisitos desejados. A construção de um modelo aproximado do edifício, vinculado a um banco de dados de custo pode ter enorme valor para auxiliar o proprietário.

- **Aumento do desempenho e qualidade da construção através de ferramentas de análise e simulação:** o desenvolvimento de um modelo simplificado da construção, antes da geração de um modelo detalhado, permite a avaliação cuidadosa das diretrizes propostas em relação aos requisitos funcionais e sustentáveis do edifício.

- **Adoção do conceito Integrated Project Delivery (IPD) na aquisição do projeto:** representa a melhoria do trabalho colaborativo entre as equipes que irão desenvolver o projeto. O modelo poderá ser compartilhado desde o início do projeto, possibilitando melhor compreensão dos requisitos pré-estabelecidos para o projeto e permitindo extrair estimativas de custo com o projeto em desenvolvimento.

O IPD foi desenvolvido em 2007, pela *American Institute of Architects*, como resposta para a necessidade de mudanças das práticas contratuais, necessárias à implementação adequada do BIM (MANZIONE, 2013).

Como características básicas do IPD Zhang e Guangbin (2009) apud Manzione (2013) relacionam: processos altamente colaborativos; construção e entrega do edifício; aproveitamento da colaboração dos especialistas no início do projeto; troca aberta de informações entre os diversos agentes envolvidos; sucesso da equipe ligado ao sucesso do projeto como resultado do compartilhamento dos riscos e benefícios; processo de decisão baseado na análise de valor para o edifício.

Enquanto o processo convencional possui uma organização rígida e sequencial, com baixas interações entre as etapas e a informação sendo conduzida apenas de uma fase pra outra, na integração entre BIM e IPD as etapas acontecem de forma simultânea, trazendo todos os agentes para o início do projeto e tendo como consequência trocas de informações mais ricas e verticais (Figura 9) (MANZIONE, 2013).

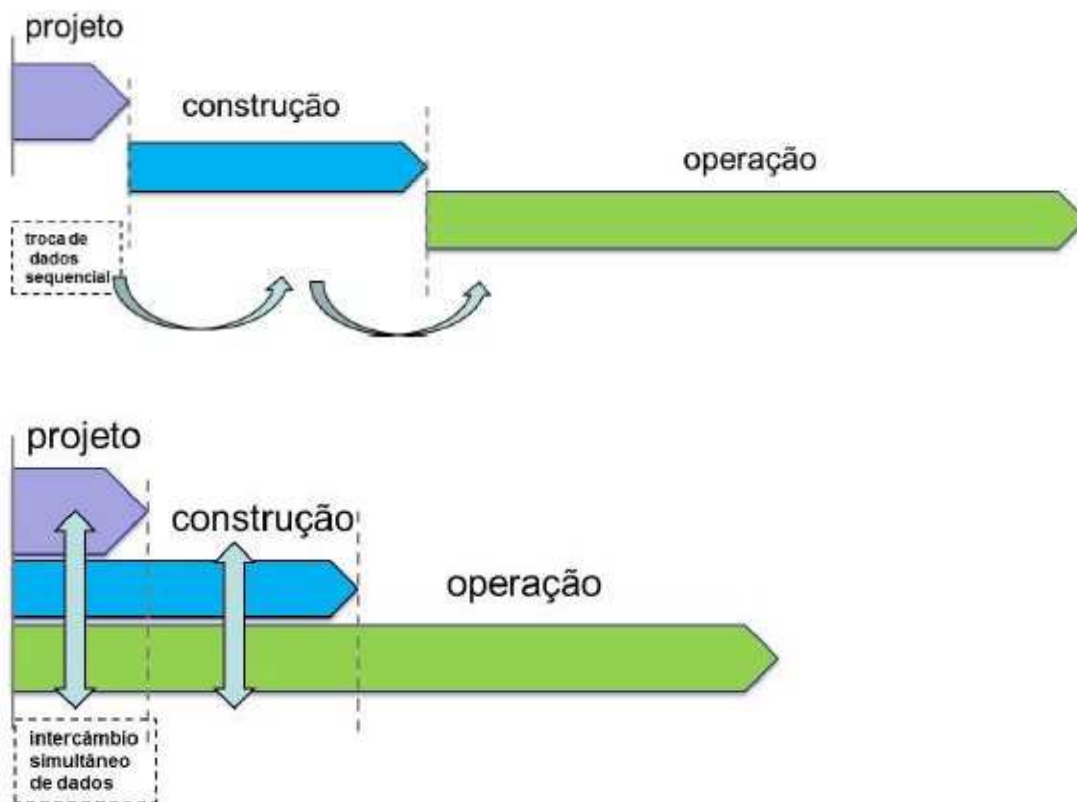


Figura 9: Comparativo entre Sistema Convencional e processo BIM+IPD (fonte: Manzione (2013) adaptado de Succar (2008)).

### Benefícios para o projeto

- **Visualização prévia e mais precisa do projeto:** na plataforma BIM o modelo 3D é gerado diretamente substituindo a geração de um modelo a partir de várias vistas em 2D. O modelo 3D a partir do BIM pode ser utilizado para visualizar os desenhos em qualquer fase do processo, com a garantia de que todas as vistas estarão dimensionalmente consistentes.

- **Correções automáticas quando modificações são realizadas no projeto:** o uso de objetos controlados por regras paramétricas garantem a geração de um modelo 3D livre de erros relacionados à geometria dos objetos, alinhamento e de coordenadas espaciais. Tal característica reduz drasticamente, quando não elimina, as necessidades de gerenciamento de modificações no projeto.

- **Geração de desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer fase do projeto:** os desenhos 2D gerados a partir do modelo 3D em BIM podem ser

extraídos para qualquer conjunto de objetos ou disciplina específica do projeto, reduzindo, significativamente, a quantidade de tempo e os erros associados à geração de desenhos. As modificações realizadas no projeto são repassadas aos desenhos que são gerados com consistência e precisão automaticamente.

- **Maior colaboração entre as disciplinas e antecipação dos processos colaborativos:** a tecnologia BIM facilita o trabalho colaborativo e simultâneo entre as várias disciplinas do projeto. O trabalho colaborativo também pode ser aplicado aos processos de projeto tradicionais, no entanto este é um trabalho evidentemente mais difícil e demorado visto à dificuldade em controlar as mudanças efetuadas no projeto. O trabalho colaborativo reduz significativamente os erros de projeto, permite uma visão antecipada nos problemas relativos às interferências entre disciplinas e a melhoria contínua do projeto.

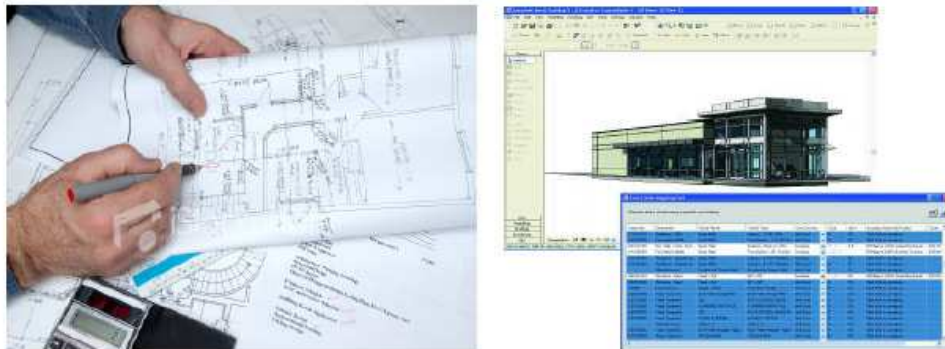
- **Facilidade na verificação de consistência do projeto:** o modelo BIM permite a análise precoce e precisa de estimativas de custos, através das visualizações 3D e a quantificação de espaços. O modelo auxilia a verificação dos requisitos quantitativos e qualitativos do projeto através de avaliações automáticas.

- **Extração de estimativas de custo durante a etapa de projeto:** o BIM permite a extração precisa de quantidades em qualquer fase do projeto, servindo de base à estimativa de custos do empreendimento. Mesmo que em etapas iniciais estas estimativas se baseiem em fórmulas e índices relacionados, por exemplo, ao padrão de acabamento e modelo estrutural adotado, com a evolução do modelo as quantidades e, conseqüentemente, as estimativas de custo tornam-se mais precisas em relação à estimativa de quantitativos tradicional (Figura 10). Na etapa final do projeto, a partir de todos os objetos contidos no modelo, obtém-se uma estimativa de custos mais precisa em relação ao custo final da obra, possibilitando, ainda, tomadas de decisão melhores.

Através do trabalho colaborativo é possível manter todos os envolvidos no processo cientes dos custos do empreendimento antes que ele progrida para o nível necessário para o início da construção.

No entanto, para a adoção da metodologia BIM para estimativas de custo é desejável ter a participação dos profissionais responsáveis pela construção como

parte integrante da equipe de projeto, em função dos conhecimentos dos processos executivos que influenciam diretamente nos custos do empreendimento.



**Figura 10: Estimativa de quantitativos tradicional x estimativa de quantitativos em BIM (fonte: A utilização do BIM em projetos de construção civil. Sabol (2008) apud Santos et al. (2009))**

- **Aumento da eficiência energética e sustentabilidade:** a utilização de ferramentas de análise energética no modelo BIM permite a avaliação do uso de energia durante a execução do projeto, uma vantagem em relação à análise realizadas em plataformas 2D tradicionais. Neste caso a análise energética é utilizada para verificação de requisitos regulamentados não permitindo que modificações sejam realizadas para melhorar o rendimento energético da construção. A construção ganha em qualidade a partir da adoção de vários tipos de ferramentas de análise vinculadas ao modelo BIM.

### **Benefícios para a construção e fabricação**

- **Uso do modelo BIM como base para a fabricação de componentes:** o modelo do edifício concluído irá conter todos os elementos do edifício representados com exatidão, possibilitando a fabricação automatizada destes elementos a partir de suas definições em 3D. Esta prática é comum na fabricação de peças em aço e traz benefícios para outras indústrias, como por exemplo, a fabricação de componentes pré-fabricados e peças de vidro. A precisão obtida com o BIM permite a construção, ou fabricação, de elementos sem a necessidade de verificação dos demais elementos em campo, reduzindo o retrabalho e o tempo de instalação,

possibilitando o uso de equipes menores de instalação e a redução do espaço necessário para o armazenamento no canteiro de obras.

- **Reações mais rápidas às alterações no projeto:** as modificações realizadas no modelo BIM, como comentado, promovem a atualização automática de todos os objetos com regras paramétricas estabelecidas que se relacionem com os objetos modificados. Da mesma forma que beneficia a atuação dos projetistas, tal característica permite a fabricação de elementos da obra a partir da versão final do projeto, sem a dependência de revisões realizadas manualmente, muitas vezes demoradas e propensas a erros. Proporciona, assim, uma redução significativa no tempo para a realização da tarefa e na quantidade de erros relacionados às falhas de comunicação entre profissionais.

- **Identificação de erros de projeto antes do início da construção:** a reunião de todas as disciplinas em um único modelo permite a verificação prévia de conflitos, reforçando a coordenação entre os projetistas e construtores, reduzindo a incidência de erros de omissão, acelerando o processo construtivo, reduzindo custos, minimizando a verossimilhança de disputas legais e resultando em um processo mais harmonioso para a equipe de projeto.

- **Sincronização entre o planejamento da construção e o projeto:** o planejamento da construção a partir do modelo BIM possibilita a simulação do processo construtivo em qualquer etapa, fornecendo uma visão considerável da construção dia-a-dia e revelando possíveis fontes de problemas e oportunidades de melhorias no processo. Tal análise apresenta-se como uma evolução no processo de planejamento das construções uma vez que não é possível de ser realizada nos métodos tradicionais de planejamento, além de possibilitar a inclusão de equipamentos de uso temporário como escoramentos, andaimes e guindastes e o agendamento destas atividades no plano de construção.

- **Implementação mais eficiente das técnicas de Lean Construction:** o modelo preciso do projeto e dos recursos necessários para a execução de cada etapa da obra fornecido através do BIM permite um melhor planejamento das atividades subcontratadas e ajuda a garantir o *just-in-time* da chegada de pessoas, equipamentos e materiais, reduzindo custos e permitindo melhor colaboração no canteiro de obras. O trabalho realizado quando os recursos apropriados estão

disponíveis no local minimiza o desperdício de esforços e reduz a necessidade de estoques de materiais no canteiro.

- **Sincronização dos contratos com o projeto e a construção:** o modelo BIM, dependendo do nível de modelagem 3D, fornece quantidades precisas dos materiais e objetos contidos no projeto. As quantidades, especificações e propriedades podem ser usadas para aquisição de materiais de fornecedores de produtos e serviços subcontratados. Apesar do desenvolvimento ainda precário das definições das propriedades e especificações dos produtos pelos fabricantes, a disponibilidade de modelos dos produtos apresenta resultados benéficos e enorme potencial de crescimento a partir do desenvolvimento e popularização da tecnologia.

### **Benefícios para a pós-construção**

- **Melhoria na gestão e operação dos sistemas que compõe a edificação:** o BIM permite a coleta de informações relevantes sobre todos os sistemas que irão funcionar na edificação. Tais informações, uma vez ligadas aos objetos do modelo, são transferidas aos responsáveis pela gestão e manutenção dos sistemas.

Análises prévias podem ser feitas através do modelo BIM para determinar a eficiência de sistemas tais como equipamentos mecânicos e sistemas de controle. Pode-se, ainda, utilizar o modelo para verificação dos sistemas em funcionamento antes do início da operação do edifício.

- **Integração entre a operação de instalações e sistemas de gestão:** um modelo BIM atualizado com todas as modificações que possam ocorrer durante a construção é uma fonte precisa de informações, fornecendo um ponto de partida para a gestão e operação do edifício. Um modelo BIM pode ser desenvolvido para suportar o monitoramento de sistemas de controle em tempo real, fornecendo uma interface para a gestão de operação remota de instalações. Tais recursos ainda não foram desenvolvidos, no entanto o BIM apresenta-se como uma plataforma ideal para a implantação destes recursos.

Nos empreendimentos públicos todos os benefícios referentes à metodologia BIM podem ser alcançados a partir de sua implantação, uma vez que a administração pública participa de forma direta (sendo o agente executor do projeto

e/ou obra) ou indireta (através da contratação de empresas terceirizadas) de todas as etapas da construção de seus empreendimentos. Deve-se, no entanto, observar as particularidades que diferem os empreendimentos públicos dos privados, levando-as em consideração em todas as etapas do processo construtivo visto que podem inviabilizar alguns dos benefícios do BIM apresentados.

A principal diferença entre empreendimentos públicos e privados é o sistema de contratação de obras e serviços nos órgãos públicos: através da Lei 8.666/93 que estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios (Artigo 1º, Lei 8.666 de 21 de junho de 1993).

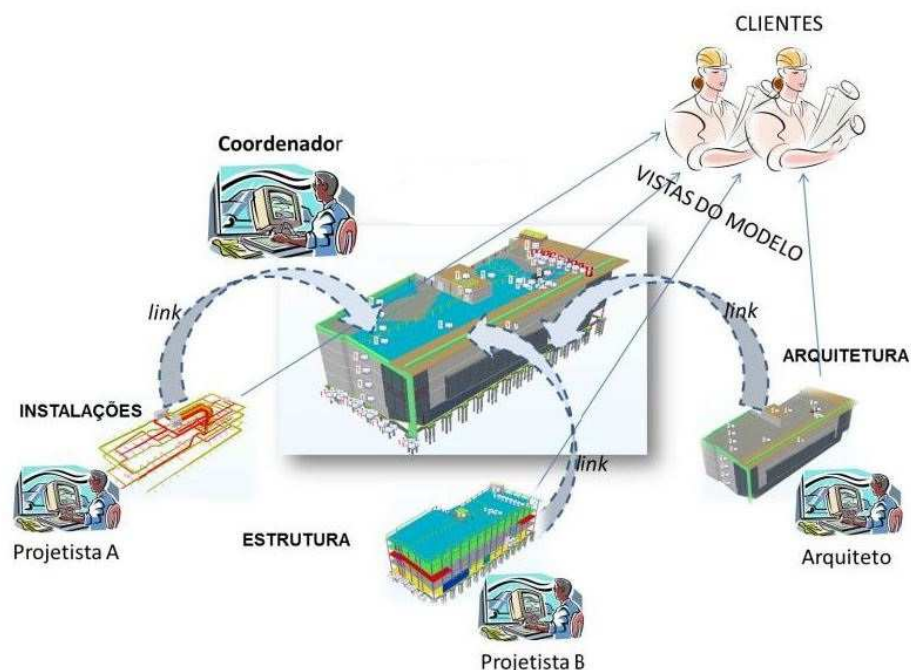
A lei 8.666/93 procura garantir a licitude e padronização nos processos de contratação de obras e serviços pelos órgãos públicos, de forma a não levantar dúvidas sobre a forma como eles são executados, mas que trazem uma série de dificuldades para o desenvolvimento da atividade de projeto, conforme explica Oliveira; Melhado (2001). Segundo os autores, a Lei de Licitações e Contratos brasileira não permite implementar novas formas de contratação que não àquelas nela especificadas, tornando-se um fator que dificulta a introdução de mecanismos mais inovadores na contratação e, conseqüentemente, no gerenciamento de obras e projetos nos órgãos públicos.

É prática comum entre os órgãos públicos responsáveis pela contratação de serviços de engenharia e arquitetura a segmentação na contratação das etapas de projeto e execução, ou seja, a empresa responsável pela execução da obra é contratada após a finalização da etapa de projeto. Neste modelo, o construtor não participa das etapas de idealização e concepção do empreendimento onde são definidas: as características gerais, as tecnologias a serem utilizadas e as convergências entre os projetos e os sistemas de gestão adotados pelo construtor conforme aponta Oliveira; Melhado (2011). A participação do construtor na etapa de projeto torna-se importante em virtude, sobretudo, dos conhecimentos dos processos construtivos e do alinhamento entre as tecnologias definidas no projeto e as competências do construtor. Logo, a atual forma de contratação adotada nos

órgãos públicos não contribui para o alcance pleno dos benefícios da adoção do BIM, limitando a colaboração entre agentes e o desenvolvimento da tecnologia.

De maneira geral os empreendimentos públicos são realizados através da licitação e contratação de empresas terceirizadas, visto, sobretudo, o número insuficiente de funcionários públicos para a execução dos projetos e obras. Neste cenário, o funcionalismo público atua principalmente na coordenação e fiscalização das etapas construtivas, podendo ser tratado como proprietário (investidor) do empreendimento e cliente das empresas encarregadas em projetar e executar o empreendimento (Figura 11).

Nesta posição, onde atua de forma indireta em quase todas as etapas do processo, o órgão público contratante deve estabelecer diretrizes para garantir a efetivação da metodologia BIM, através da criação de mecanismos que possibilitem a avaliação dos processos adotados pelos projetistas. Tal medida objetiva garantir a efetivação das características que diferem o BIM dos processos de projeto tradicionais, principalmente em relação ao trabalho colaborativo entre as disciplinas do projeto, à interoperabilidade entre plataformas e à parametricidade dos objetos.



**Figura 11: Agentes envolvidos no processo de projeto em BIM (fonte: adaptado de Manzione, 2013).**



A criação, pelos órgãos públicos competentes, de um processo normatizado para o desenvolvimento dos projetos em BIM pode ser adotado como documento referencial para as empresas e profissionais responsáveis pela execução dos projetos dos empreendimentos públicos. Tal normatização poderia reduzir a omissão de informações, evitar a apresentação de projetos em formatos próprios de cada empresa/profissional, eliminar a entrega de arquivos com nomenclatura fora do padrão exigido, eliminar a edição de cotas e modificação de escalas no projeto, reduzir o número de impressões, entre outros fatores.

O exemplo mais recente de um processo de normatização nestes moldes desenvolvido no Brasil foi idealizado e implantado no ano de 2014 no Estado de Santa Catarina. O Governo do Estado de Santa Catarina lançou o Edital em Regime Diferenciado de Contratação (RDC) Nº 670/2014, do tipo técnica e preço, em regime de empreitada por preço global, para contratação de empresa especializada para a elaboração do Projeto do Instituto de Cardiologia de Santa Catarina utilizando Modelagem da Informação da Construção (BIM).



**Figura 12: Capa do Caderno de Apresentação de Projetos em BIM (fonte: Governo do Estado de Santa Catarina).**

O Caderno de Apresentação de Projetos em BIM (Figura 12) apresenta, através de normatizações e descrições, os procedimentos para desenvolvimento de projetos BIM, devendo ser utilizado como referência para execução de projetos através desta plataforma e como documento anexo em editais. Nele, constam:

- a padronização e a formatação que devem orientar o desenvolvimento dos projetos em BIM;
- as definições e os parâmetros para a apresentação dos elementos parametrizados;
- os elementos de projeto com informação construtiva e a forma de apresentação da documentação referente ao projeto.

Como resultados são previstos a apresentação de projetos executivos de arquitetura e de engenharia devidamente aprovados, especificações de materiais e serviços, orçamentos descritivos, quantitativos, cronogramas físico-financeiros, planejamento prévio de obra, estudos de viabilidade técnica, laudos técnicos, pareceres, levantamentos cadastrais e vistorias.

A análise periódica de modelos BIM do empreendimento entregues pelas empresas projetistas (ou pela empresa responsável pela coordenação) aos órgãos públicos torna-se uma importante ferramenta para a fiscalização do processo de projeto e atendimento às exigências relativas aos modelos BIM e suas características. Os modelos BIM poderiam ser apresentados em etapas definidas conforme o Nível de Desenvolvimento do Modelo (*Load of Development ou LOD*), definido por Manzione (2013) no como uma estrutura conceitual para nortear de maneira coordenada o processo de desenvolvimento do projeto e a evolução do detalhamento de suas informações (Figura 13). Esse conceito foi desenvolvido pela AIA e incorporado ao *BIM Protocol Exhibit* (2008), documento que formaliza o processo de desenvolvimento e usos do BIM (MANZIONE, 2013).

Através da análise do Modelo em cada Nível de Desenvolvimento, a fiscalização pode avaliar o comportamento das equipes de projeto em relação ao trabalho colaborativo, a partir da verificação da atualização e evolução de cada disciplina envolvida no processo. Conforme afirma Júnior-Edilson (2014), a colaboração entre profissionais e disciplinas é fundamental para o sucesso de um

projeto em BIM, visto que o modelo é entendido como um todo e não apenas como um conjunto de desenhos isolados. O compartilhamento de informações deve ser constante, evitando-se a adoção do processo atual de contratações de projetos isolados e entregas individuais e, com isso, a subutilização da tecnologia (JÚNIOR, 2014).

A análise possibilita também uma avaliação gradativa da interoperabilidade entre as plataformas adotadas pelos projetistas, permitindo a realização de correções em cada uma das etapas do projeto, além de avaliar a parametricidade dos objetos modelados, garantindo que todos os elementos projetados sejam atualizados automaticamente a partir de modificações no modelo.







REPRESENTAÇÃO									- Execução da obra - "As built" - Realidade - Como executado		
DESCRIÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamento de informações (Urbanísticas, ambientais, fundiárias e econômicas);</li> <li>- Identificação das necessidades; e Esboço</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenhos esquemáticos;</li> <li>- Volumetria geral edifício;</li> <li>- Análise do prédio inteiro (volume, orientação, os custos de metragem quadrada).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento do desenho e do modelo;</li> <li>- Sistemas/conjuntos genéricos (quantidades aproximadas, tamanho, forma, localização, orientação);</li> <li>- Análise de desempenho do sistema selecionado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento da modelagem da construção;</li> <li>- Criação da documentação pela geração de desenhos tradicionais;</li> <li>- Análise dos elementos/sistemas;</li> <li>- Inclusão de atributos e parâmetros definidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Finalização da modelagem da construção;</li> <li>- Construção da documentação;</li> <li>- Modelos finais sem as informações e detalhes de montagem, suas especificações com os correspondentes desenhos;</li> <li>- Análise detalhada de elementos/sistemas;</li> <li>- Inclusão de atributos e parâmetros definidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planejamento e administração da construção;</li> <li>- Modelos finais com as informações, detalhes de montagem e suas especificações com os correspondentes desenhos;</li> <li>- Tabelas de quantitativos precisas, que incluam, tamanhos, formas, localização e orientação dos elementos e objetos do projeto;</li> <li>- Representações virtuais dos elementos propostos, adequados para construção, fabricação e montagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conclusão da execução da obra do Projeto;</li> <li>- Registro nos projetos e documentação de como foi construído e suas condições (As-built);</li> <li>- O modelo deve estar reajustado e configurado para ser usado como base de dados central para a integração nos sistemas de manutenção e operações do empreendimento;</li> <li>- Deve conter os parâmetros e atributos, conforme especificado pelo CONTRATANTE, concluídos.</li> </ul>		
NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO	ND 0			ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400	ND 500		
ETAPAS	Levantamento de Dados (LV)	Programa de Necessidades (PN)	Estudo de Viabilidade (EV)	Estudo Preliminar (EP)	Anteprojeto (AP)	Projeto Legal (PL)	Projeto Básico (PB)	Projeto Executivo (PE)	Licitação da Obra	Contratação da Obra	Obra Concluída
FASES	Concepção do Produto			Definição do Produto	Identificação e Solução de Interfaces			Projeto de Detalhamento de Especialidades	Pós-Entrega do Projeto		

Figura 13: Fases, Etapas e Nível de Desenvolvimento (BIM) de Projetos e Representação Gráfica (fonte: Caderno de Apresentação de Projetos em BIM, 2014).

## **4.2 Diretrizes para o processo de implantação do BIM nos órgãos públicos de engenharia e arquitetura**

A implantação da metodologia de trabalho BIM nos órgãos responsáveis pela gestão e fiscalização dos empreendimentos públicos, assim como visto em relação às vantagens relacionadas ao tema, possui particularidades que devem ser analisadas no intuito de estabelecer uma metodologia de implantação eficiente, que atenda às reais necessidades e particularidades da instituição.

Antes do início do processo de implantação, faz-se necessário uma análise geral do cenário local em relação ao nível de adoção e utilização da tecnologia BIM no que concerne à capacidade das empresas prestadoras de serviços de atender as exigências que serão estabelecidas pelo poder público. Esse estudo pode apontar, por exemplo, para a simultaneidade dos processos de implantação nos setores público e privado, ou ainda, para a constatação de que a tecnologia já vem sendo empregada nas empresas da AEC na região, podendo ser encontrado em diferentes níveis de utilização em empresas do mesmo segmento ou de segmentos distintos.

Em relação ao emprego do BIM, Tobim (2008) apud Oliveira (2011) define três níveis de adoção da metodologia, em função do grau de utilização efetiva das ferramentas e premissas da tecnologia: BIM 1.0, BIM 2.0 e BIM 3.0.

No nível inicial, BIM 1.0, ocorre a transição entre o sistema CAD tradicional e sistemas BIM, com o desenvolvimento de modelos tridimensionais e a geração automática de desenhos, mas sem a colaboração de outros profissionais.

Na segunda etapa, BIM 2.0, outros agentes participam do processo e são inseridas no modelo, entre outras, informações relativas aos custos, tempo e análise de eficiência energética. Nesta etapa torna-se necessária a minimização de problemas relativos à interoperabilidade visto a necessidade de trocas frequentes de informações entre os participantes.

O BIM 3.0, último estágio da adoção do BIM, conforme afirma Oliveira (2011) é apenas uma tendência, não sendo aplicado nas práticas atuais. É

caracterizado pela integração total entre os profissionais/disciplinas sem obstáculos referentes à interoperabilidade e troca de informações.

Conhecido o cenário de utilização do BIM nas empresas de arquitetura e engenharia e constatada a capacidade destas em atender os objetivos propostos pelos órgãos públicos contratantes, passa-se a estruturação de um plano para a implantação dos conceitos e ferramentas BIM que serão necessários às atividades realizadas pelos servidores públicos. Liston (2007) apud Mota (2014) descrevem as etapas para a implantação do BIM, sendo descritas abaixo àquelas que podem contribuir para implantação da metodologia nos órgãos públicos:

- Designação de um responsável ou equipe de responsáveis pelo desenvolvimento de um plano de implantação em conformidade com as necessidades do órgão;

- Criar equipe interna responsável pela implementação do plano;

- Selecionar empreendimentos menores para servirem de protótipos para o uso do BIM, talvez projeto já finalizados para a realização de estudos comparativos entre metodologias, a fim de identificar problemas relacionados às carências em nível de projeto, análise, compatibilidade e treinamento;

- Usar os resultados iniciais como referência para educar e guiar a adoção da plataforma BIM e a capacitação dos profissionais.

- Integrar continuamente as capacidades do BIM em todos os aspectos das funções da empresa com reflexos nos processos e documentos contratuais com as empresas prestadoras de serviços;

- Replanejar periodicamente o processo de implementação do BIM refletindo sobre os benefícios e problemas observados até então e estabelecer novas metas para desempenho, tempo e custo.

Vale ressaltar a afirmativa de Succar (2009) de que a adoção completa dos processos de projeto em BIM na indústria AEC não ocorre de forma imediata. Conforme apontam Ruschel; Andrade; Morais (2013) há vários estágios de adoção do BIM, com a apropriação gradual da tecnologia e transformação dos processos correlacionados, culminando na adoção completa

do BIM. Segundo os autores supracitados, as fases de desenvolvimento dos estágios de BIM começam lentamente e existem diversos fatores que influenciam na sua ampla adoção.

No desenvolvimento do plano de implantação é interessante contar com a participação de profissionais com conhecimento teórico sobre BIM, experiência no desenvolvimento de projetos através de modelagem em BIM, conhecimento das necessidades do órgão em relação à tecnologia e das características dos empreendimentos a serem executados. Neste aspecto, os órgãos públicos possuem uma grande diferença em relação às empresas privadas: enquanto na iniciativa privada a contratação de profissionais é realizada livremente, em função das necessidades e interesses da empresa, no setor público a contratação dos funcionários se dá através de concursos públicos.

Tal diferença implica na impossibilidade dos órgãos públicos contratarem profissionais especializados em BIM para compor seu quadro de funcionários. Como alternativa para contornar o problema da falta de experiência e conhecimento específico dos servidores para elaboração do plano de implantação e, posteriormente, o exercício de suas atividades utilizando plataformas BIM, os órgãos públicos podem contratar, através de processo licitatório, empresas de consultoria especializadas para auxiliar os gestores públicos nos seguintes aspectos:

- na composição do plano de implantação da metodologia BIM;
- no levantamento das ferramentas computacionais necessárias para a realização das atividades no órgão;
- na aquisição dos softwares e treinamento dos agentes públicos envolvidos no processo de implantação e, posteriormente, na realização das atividades relativas ao uso do BIM;
- Na concepção dos processos normativos que regerão o desenvolvimento e a apresentação dos projetos em BIM;
- Na construção de bibliotecas de elementos parametrizados;
- No recebimento, fiscalização e gestão dos projetos piloto.

Conforme apontam Oliveira; Melhado (2001), em geral a contratação de obras e serviços de engenharia nos órgãos públicos se dá, quase exclusivamente, pelo critério do menor preço, justificado pela simplicidade de julgamento da melhor proposta, sem necessidade de justificativas junto aos concorrentes no processo licitatório, ao Tribunal de Contas e à sociedade em geral.

No caso da implantação do BIM, uma tecnologia até então pouco difundida e adotada no país, a opção pela contratação de uma empresa de consultoria pelo critério do menor preço não se mostra como a melhor alternativa. Para garantir a qualidade dos serviços prestados pela empresa de consultoria, faz-se necessário determinar critérios técnicos de seleção mais específicos que comprovem a capacidade do corpo técnico da empresa para atender às necessidades do órgão contratante. Isso pode ser feito através da contratação pelos critérios da melhor técnica ou técnica e preço, com a inclusão de exigências e/ou vantagens que impeçam que empresas sem a qualificação adequada vençam o processo licitatório.

Como exemplo, pode-se criar no processo licitatório um sistema de pontuação que beneficie profissionais e empresas que possuam certificações junto às empresas fornecedoras de softwares BIM ou que comprovem a realização de trabalhos semelhantes aos que se refere o edital de licitação.

A contratação de uma empresa de consultoria especializada em BIM tende a viabilizar o processo de implantação da plataforma BIM no órgão público, no entanto fator essencial para o sucesso da implantação é a formação de uma equipe técnica motivada e consciente dos benefícios das mudanças que o BIM proporciona nos processos de projetos. A atuação da equipe irá influenciar diretamente nos resultados obtidos.

Desta forma torna-se essencial o efetivo gerenciamento dos recursos humanos para a obtenção de um resultado satisfatório no uso das ferramentas do BIM. Cabe ao planejamento de recursos humanos identificar e selecionar os profissionais qualificados para participarem do processo de implantação e treinamento, visando a formação e o progresso do trabalho em equipe e o desenvolvimento de competências.



Faz-se necessário, ainda, determinar a quantidade de profissionais envolvidos no processo e os setores dentro da organização que deverão participar diretamente desta fase inicial.

O domínio do processo demandado pelo BIM é exigência para acompanhar a terceirização do processo de projeto e garantir sua eficiência (JUNIOR-EDILSON, 2014).

No estágio inicial da adoção do BIM, observar-se-ão pequenas mudanças em políticas, médias mudanças em processos e grandes mudanças em tecnologia, explicam Ruschel; Andrade; Morais (2013). Esta fase, essencialmente relacionada à aquisição e aplicação de plataformas BIM, pode levar a falsa impressão de que BIM se trata apenas de inovações em tecnologia, visto a necessidade de se dominar as novas ferramentas tecnológicas e investir recursos na renovação de infraestrutura e softwares.

A aquisição de softwares deve levar em consideração as características dos projetos a serem desenvolvidos, visando à seleção das plataformas (programas) que possuam as ferramentas mais adequadas às necessidades do órgão público e seus agentes ou que permitam a adequação das atividades a serem desenvolvidas às características da plataforma.

Segundo Eastman et al. (2008) é importante realizar esta seleção com uma visão crítica e independente dos interesses comerciais presentes na literatura oferecida pelos fabricantes de softwares, em função da existência de muitas verdades e mitos no que se refere ao estado da arte da plataforma BIM.

Uma importante característica que deve ser levada em consideração na escolha dos softwares é a interoperabilidade, visto, sobretudo, a possibilidade de contratação de empresas que adotem, em seus projetos, aplicativos BIM distintos daqueles utilizados pelo órgão público contratante.

O órgão público pode exigir a entrega dos modelos BIM em formato público (aberto e neutro) sem, no entanto, restringir as ferramentas de modelagem escolhidas pelos autores do projeto. Como exemplo, tem-se o padrão de entrega de modelos exigido pelo Governo do Estado de Santa Catarina, constante no seu Caderno de Apresentação de Projetos em BIM: o

modelo deve ser entregue no formato nativo dos softwares de modelagem adotados (sendo exigido que tais softwares devam ser capazes de importar e exportar eficientemente o formato aberto IFC) e nos formatos IFC 2X3 ou IFC4 (versão atual do formato IFC).

A escolha dos softwares pode, ainda, ser baseada em pesquisas de mercado junto às empresas que já executam seus projetos na plataforma BIM, no intuito de identificar os programas com maior aceitabilidade e capacidade de interação com outras plataformas. A Figura 14, a seguir, apresenta uma lista dos principais softwares utilizados em empresas sediadas na cidade de Belo Horizonte nos segmentos industrial e residencial/comercial, obtida em pesquisa realizada por Stehling (2012).

Empresa	Industriais							Resid./Comerc.				
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
ArchiCAD	x					x		x	x	x	x	x
Revit	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Microstation		x	x		x		x		x		x	
Tekla Structures	x	x	x	x	x	x			x		x	
Smartplant3D	x	x	x				x					
Proengineer	x				x							
Inventor	x	x	x		x	x						
PDMS	x	x										
AutoCAD	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PLANT 3D		x										
Naviswork		x									x	
Autoplant		x										
3D max		x										
Civil 3D		x							x			
Tecnometal			x									
Solidworks			x	x	x	x						
sketchup								x	x	x	x	x
Vectorworks									x		x	

**Figura 14: Principais softwares utilizados em Belo Horizonte (fonte: Stehling, 2012).**

## 5 CONCLUSÃO

A análise dos conceitos e características da Modelagem da Informação da Construção (BIM) apontam para uma revolução nos processos de projeto, gestão, planejamento e execução de empreendimentos na indústria AEC. As vantagens em relação aos processos tradicionais, baseados em plataformas CAD 2D, serão cada vez mais expressivas à medida que as potencialidades do BIM forem alcançadas. Os benefícios inerentes à adoção da Metodologia BIM representam, sobretudo, uma vantagem econômica que implica no aumento da competitividade das empresas que o adotam como metodologia de trabalho, visto a melhoria dos processos de execução de projetos, o aumento do desempenho e qualidade das construções, a possibilidade de concepção de empreendimentos mais complexos, a extração de estimativas de custos mais realistas, o aumento da eficiência dos ambientes construídos, entre outros.

Em contrapartida, as mudanças necessárias para a implantação plena da Metodologia BIM podem representar um desafio para os profissionais e empresas que trilham por esse caminho. A interoperabilidade entre plataformas ainda encontra-se em fase de desenvolvimento, necessitando, para a plena troca de informações entre sistemas, de mudanças na forma como as empresas desenvolvedoras de softwares BIM se relacionam. O trabalho colaborativo e simultâneo entre as diferentes equipes e disciplinas envolvidas no processo de projeto, fundamental para o alcance de várias das vantagens abordadas, constitui um desafio para a indústria AEC, onde as etapas do projeto acontecem, tradicionalmente, de forma segregada com decisões tomadas sem a participação multidisciplinar e tendo como consequência erros na concepção dos projetos que muitas vezes só são identificados nas etapas posteriores de construção e utilização dos empreendimentos.

A mudança tecnológica notadamente necessária para a adoção do BIM vem acompanhada da necessidade de uma mudança comportamental dos agentes envolvidos no processo de concepção de um empreendimento. A participação de todos os profissionais (arquitetos, engenheiros de projeto, construtores, etc.) deve ser efetiva e a tomada de decisões realizada em

conjunto, de forma que cada um dos agentes possa identificar, antecipadamente, possíveis problemas no desenvolvimento do projeto.

Na administração pública, a implantação da metodologia de trabalho e das tecnologias BIM pode representar um avanço que atropelaria problemas existentes nos atuais métodos de gestão e contratação de projetos, levando à transferência dos problemas do formato atual para o novo sistema e implicando em conclusões equivocadas quanto à eficiência dos processos de projeto através do BIM. Por outro lado, a adoção desta metodologia de trabalho nos órgãos públicos pode se transformar na mola propulsora para a popularização do BIM nas empresas privadas de engenharia e arquitetura, visto a necessidade que tais empresas teriam de se adaptarem às novas exigências para a prestação de serviços públicos. Para tanto, faz-se necessária uma revisão nos processos de contratação de serviços de engenharia e arquitetura, tendo em vista a necessidade de trabalho integrado entre todas as equipes e as novas formas de entrega e apresentação dos projetos.

O BIM, sob a ótica da gestão de processos na Administração Pública, representa um avanço em relação à qualidade dos processos de projeto dos empreendimentos, uma vez que promove a economia de recursos financeiros e naturais, reduz o desperdício de materiais e possibilita a concretização de empreendimentos mais sustentáveis.

A implantação da Metodologia BIM nos serviços públicos enfrentará os mesmos desafios enfrentados pelas empresas da iniciativa privada, além daqueles provocados pelas particularidades que envolvem a administração pública, com destaque para a impossibilidade de contratação de profissionais especializados para compor o quadro funcional dos órgãos públicos, o sistema de contratação definido pela Lei 8.666/93 e a segmentação na contratação de empresas de projetos e execução de obras. No entanto, isto não deve ser empecilho para que ocorra uma mudança nos métodos de concepção e execução de projetos. Uma vez implantado em etapas, realizadas com planejamento e análise crítica, a metodologia tende a evoluir e, com a constatação dos benefícios promovidos por esta mudança, ocorrerão modificações nos atuais mecanismos da administração pública que

possibilitarão a adoção plena do BIM nos serviços públicos de engenharia e arquitetura.

## 6 REFERÊNCIAS

ALDARVIS, Renato. Modelo de Gestão para as organizações públicas. In: **Gestão Pública: planejamento, sistemas de informação e pessoas**. 1 ed. São Paulo, 2010. p. 209-236.

BERTINATO, Nicole T.; **O formato BIM no processo de planejamento e gestão da construção civil**. 106 f. Monografia (Pós-graduação em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

BOBBIO, Norberto et al. **Estado, governo, sociedade: para uma teoria geral da política**. 9 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

BRASIL. Governo do Estado de Santa Catarina. Secretaria de Estado do Planejamento. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. Florianópolis, SC: 2014.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008 e 2011.

GENEVIVA, Walter. **Lei dos registros públicos comentados**. 16 ed. São Paulo, 2005.

HARRINGTON, James. **Aperfeiçoando processos empresariais**. São Paulo: Makron Books, 1993.

ISIKDAG, Umit; UNDERWOOD, Jason. **Two design patterns for facilitating Building Information Model-based synchronous collaboration**. Automation in Construction, v. 19, n. 5, p. 544-553, 2010.

JOHN, V. M. et al. **Durabilidade e Sustentabilidade: desafios para a construção civil brasileira**. In: WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. 2001.

JUNIOR-EDILSON, Edilson da Costa Tavares. **A Contribuição do Building Information Modeling para a Gestão de Projetos**. Revista Online IPOG Especialize, jul. 2014.

MARANHÃO, Mauriti; MACIEIRA, MARIA ELISA. **O processo nosso de cada dia: modelagem de processos de trabalho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de gestão pública contemporânea**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MEIRIÑO, Marcelo J.; SOUZA, Otávio K., **Aspectos da Implantação de ferramentas BIM em empresas de projetos relacionadas à construção civil**. IX CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. 2013.

MELHADO, Silvio Burrattino et al. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. 117p.

MENEZES, Gilda L.B.B.; **Breve histórico de implantação da plataforma BIM.** Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v. 18, n. 22, 2011.

MOTTA, Paulo Roberto. **A modernização da administração pública brasileira nos últimos 40 anos.** Revista de Administração Pública, v. 41, p. 87-96, 2007.

OLIVEIRA, Otávio J.; MELHADO, Silvio B. **O papel do projeto em empreendimentos públicos:** dificuldades e possibilidades em relação à qualidade. São Paulo: Editora USP, 2002.

PEREIRA, Luiz Carlos Bresser. **Exposição no Senado sobre a reforma da administração pública.** Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado, 1998.

RUMMLER, Geary A.; BRACHE, Alan P. **Melhores desempenhos das empresas.** São Paulo: Makron, 1994.

RUSCHEL, Regina Coeli; DE ANDRADE, Max Lira Veras Xavier; DE MORAIS, Marcelo. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?. **CEP**, v. 13083, p. 852, 2013.

SMITH, Dana K.; TARDIF, Michael. **Building information modeling:** a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers. John Wiley & Sons, 2009.

SOARES, Laís G.; **Plataforma BIM: contribuições para a gestão e coordenação de projetos em uma organização militar.** 94 [13] f. Monografia (Pós-graduação em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

STEHLLING, Miguel Pereira. **A utilização de modelagem da informação da construção em empresas de arquitetura e engenharia de Belo Horizonte. 2012.** 165 f. (Mestrado em engenharia de materiais e construção civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

WHITE, Leonard D. **Introduction to the study of public administration.** 3 ed. New York: Mac-Millan, 1950.