

COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO
DO BIM PARA CONSTRUTORAS
E INCORPORADORAS

VOLUME 2 IMPLEMENTAÇÃO BIM

BUILDING INFORMATION
MODELING

CBIC



COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO
DO BIM PARA CONSTRUTORAS
E INCORPORADORAS

VOLUME 2
**IMPLEMENTAÇÃO
BIM**

*BUILDING INFORMATION
MODELING*

CBIC

FICHA CATALOGRÁFICA

Câmara Brasileira da Indústria da Construção

C172i Implementação BIM - Parte 2: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/
Câmara Brasileira da Indústria da Construção.- Brasília:
CBIC, 2016.

72 p.:il.

(Coletânea Implementação do BIM para
Construtoras e Incorporadoras v.2)

1. Construção Civil 2. BIM – Building Information
Modeling 3. Tecnologia 4. Mudança - Implementação
5. Software I. Título II. Série

CDD:624.05

COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM PARA CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS

VOLUME 2 IMPLEMENTAÇÃO BIM

Brasília, DF, junho de 2016

Presidente da CBIC	José Carlos Martins CBIC
Presidente da Comat/CBIC	Dionyzio Antonio Martins Klavdianos Sinduscon-DF
Coordenação-geral	Paulo Rogério Luongo Sanchez Sinduscon-SP
Coordenação técnica	Raquel Sad Seiberlich Ribeiro CBIC
Autor	Wilton Silva Catelani
Revisão	Beatriz Vasconcelos
Ficha catalográfica	Lígia Vidal
Editoração e projeto gráfico	Gadioli Cipolla Branding e Comunicação

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC
SQN - Quadra 01 - Bloco E - Edifício Central Park - 13º Andar
CEP 70.711-903 - Brasília/DF
Telefone: (61) 3327-1013

www.cbic.org.br
www.facebook.com/cbicbrasil

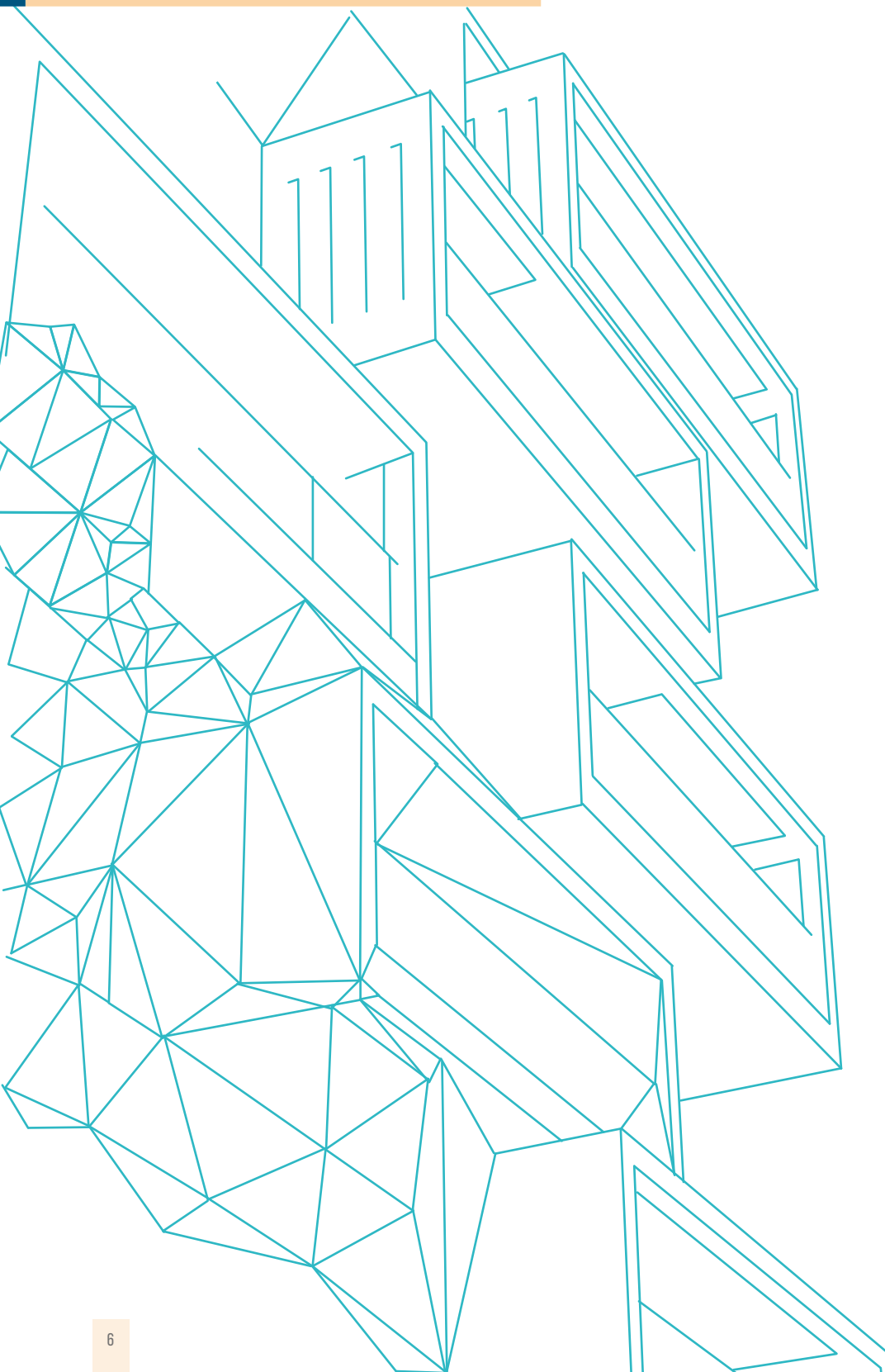
COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO
DO BIM PARA CONSTRUTORAS
E INCORPORADORAS

VOLUME 2 IMPLEMENTAÇÃO BIM

*BUILDING INFORMATION
MODELING*

CBIC

SUMÁRIO



Apresentação	09
CBIC	10
Senai	11
Sobre a coletânea	12
Preâmbulo: por que estabelecer um projeto formal para implantar BIM?	15
2.1 – Obstáculos para a adoção BIM	23
2.1.1 – Inércia e resistência às mudanças	24
2.1.2 – Dificuldade de entendimento e compreensão	26
2.1.3 – Barreiras culturais e particularidades do ambiente brasileiro	26
2.1.4 – Especificidades e aspectos intrínsecos ao BIM	27
2.2 – Planejamento de uma implementação BIM	29
2.2.1 – Localização dentre as fases do ciclo de vida do empreendimento	31
2.2.2 – Definição dos objetivos corporativos	34
2.2.3 – Pessoas: equipes, papéis organizacionais e responsabilidades	38
2.2.4 – Definição dos casos de uso e mapeamento de processos BIM	41
2.2.5 – Projetos-piloto de implementação BIM e seus objetivos	48
2.2.6 – Informações críticas para implementação	52
2.2.7 – Infraestrutura e tecnologia (inclusive <i>hardware</i> e <i>software</i>)	54
2.2.8 – Interoperabilidade e procedimentos de comunicação	60
2.2.9 – Definição de estratégia e requisitos específicos para contratação BIM	64
2.2.10 – Definição dos ajustes e controles de qualidade dos modelos BIM	66





APRESENTAÇÃO

Uma das mais importantes inovações gerenciais dos últimos anos, o *Building Information Modeling* (BIM) é uma ferramenta que revolucionará o mercado brasileiro. Sua disseminação é um objetivo estratégico da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e atende o nosso compromisso de oferecer às empresas do setor informações necessárias ao seu bom desempenho, à modernização e à competitividade. O BIM não deve ser uma plataforma restrita às grandes corporações, mas sim atender empresas de diversos portes em todos os segmentos da cadeia produtiva da construção civil. Nosso esforço vai na direção de universalizar o seu uso, de forma que um número cada vez maior de profissionais e empresas do setor domine sua plataforma e sua aplicação.

É com esse objetivo que publicamos a **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**, para tornar a plataforma ainda mais acessível às empresas do setor, a fim de que esse diferencial competitivo seja democratizado. Inédita, esta coletânea foi produzida em parceria com o Senai Nacional, como instrumento para tornar mais clara a aplicação do BIM e orientar a sua aplicação por construtoras e incorporadoras. No momento em que competitividade e produtividade são atributos ainda mais importantes para o bom desempenho, explorar as potencialidades do BIM é uma decisão estratégica para alta *performance*. Bom proveito!

José Carlos Rodrigues Martins

Presidente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção

Dionyzio Klavdianos

Comissão de Materiais, Tecnologia, Qualidade e Produtividade - COMAT
Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC

O *Building Information Modeling* (BIM) – ou Modelagem da Informação na Construção – tem trazido importantes mudanças tecnológicas para a área da construção. Esse instrumento tem potencial para mudar a cultura dos agentes de toda a cadeia produtiva do setor, pois sua utilização requer novos métodos de trabalho e novas posturas de relacionamento entre arquitetos, projetistas, consultores, contratantes e construtores. O desafio para a adoção dessa plataforma tecnológica é promover condições de viabilidade para reunir um conjunto de informações multidisciplinares sobre o empreendimento, desde a concepção até as fases de uso e manutenção.

A integração das informações gera a possibilidade de diagnosticar rapidamente as necessidades de compatibilidade na construção – além dos dados sobre materiais, prazos e custos – de modo a garantir assertividade e melhores soluções para a obra, com aumento de produtividade. O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) tem como grande desafio criar estrutura de educação profissional e de consultoria técnica e tecnológica em todo o território nacional. Atender, com qualidade, as necessidades dos clientes que utilizarão essa ferramenta será mais uma missão que cumprirá com orgulho e eficiência.

Robson Braga de Andrade

Presidente da Confederação Nacional da Indústria - CNI



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

SOBRE A COLETÂNEA

Espera-se que a publicação da **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras** pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC esclareça, influencie e facilite a adesão dos seus associados a uma plataforma tecnológica moderna e inovadora. Trata-se de um novo paradigma na indústria da construção civil, que contribui para a elevação dos seus índices de produtividade e precisão.

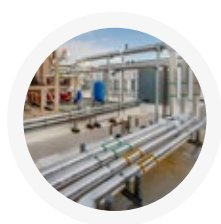
A inovação pelo BIM otimiza os processos dessa indústria, abrangendo seus diferentes segmentos. Esta plataforma tecnológica é aplicável a todo o ciclo de vida de um empreendimento e compreende não apenas as edificações, mas também as obras de infraestrutura e indústrias, sendo algumas delas muito específicas e que envolvem inúmeros fluxos de trabalho, como óleo & gás, mineração, farmacêutica, industrialização de alimentos, dentre outras. O estímulo à adoção do BIM é algo que está em perfeito alinhamento com a razão de existir da CBIC, pois essa tecnologia tem potencial para promover a integração da cadeia produtiva da construção e o desenvolvimento econômico e social do país, papel similar ao cumprido pela entidade.



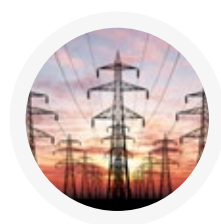
EDIFICAÇÕES



INFRAESTRUTURA



INDÚSTRIA



UTILIDADES

Figura 1: BIM é uma plataforma tecnológica abrangente demais, porque, além de ser aplicável a todo o ciclo de vida de um empreendimento, pode ser empregada em vários segmentos da indústria. Esta coletânea abordará apenas o segmento das Edificações e cobrirá apenas os casos de usos e cenários de utilização mais comuns no Brasil

Para simplificar a comunicação com os leitores, o conteúdo desta coletânea se restringe aos fluxos de trabalho correspondentes ao segmento das edificações e com relação aos casos de usos BIM inseridos nos cenários mais comuns do Brasil. Dividida em cinco (5) fascículos similares a este, a organização dos assuntos facilitará a compreensão e a assimilação do que é proposto.



Volume 1: Fundamentos BIM

- Preâmbulo: características inexoráveis da construção civil
- Conceituação – o que é BIM e o que não é BIM
- Principais benefícios e funcionalidades BIM
- Modelos BIM
- Objetos e bibliotecas BIM
- Ciclo de vida dos empreendimentos
- Casos de usos BIM
- Casos de usos BIM mais comuns
- LOD - Nível de desenvolvimento



Volume 2: Implementação BIM

- Preâmbulo: por que estabelecer um projeto formal para implantar BIM
- Obstáculos para a adoção do BIM
 - Inércia e resistência às mudanças
 - Dificuldade de entendimento e compreensão
 - Barreiras culturais e particularidades do ambiente brasileiro
 - Especificidades e aspectos intrínsecos ao BIM
- Planejamento de uma implementação BIM
 - Localização dentre as fases do ciclo de vida do empreendimento
 - Definição dos objetivos corporativos
 - Pessoas: equipes, papéis organizacionais e responsabilidades
 - Definição dos casos de uso e mapeamento de processos BIM
 - Projetos-piloto de implementação BIM e seus objetivos
 - Informações críticas para implementação
 - Infraestrutura e tecnologia (inclusive *hardware* e *software*)
 - Interoperabilidade e procedimentos de comunicação
 - Definição de estratégia e requisitos específicos para contratação BIM
 - Definição dos ajustes e controles de qualidade dos modelos BIM



Volume 3: Colaboração e Integração BIM

- Preâmbulo: trabalho colaborativo em BIM
- Colaboração BIM
 - Regras para viabilizar o trabalho colaborativo BIM
 - Diretrizes de modelagem
 - Codificação e padronização (*sistemas de classificação das informações*)
 - Interoperabilidade
 - Formatos de arquivo para troca de informações
 - *Templates*
 - *Softwares* BIM
- Integrações BIM



Volume 4: Fluxos de Trabalho BIM

- Representações de fluxos de trabalho
- Fluxograma do processo de planejamento de uma implementação BIM
- Logograma geral – Ciclo de vida completo de uma edificação nova
 - Os 25 casos de usos BIM mapeados pela *PennState University*, enumerados
 - Logograma geral – Ciclo de vida completo de uma edificação nova
 - Fluxogramas específicos, mapeados pela *PennState University*, correspondentes aos casos de usos mais comuns no Brasil
- Fluxogramas específicos correspondentes às macrofases Projeto Conceitual e Anteprojeto
- A referência dos “Manuais de Escopo”
- Fluxogramas específicos correspondentes à macrofase Projeto Executivo



Volume 5: Formas de Contratação BIM

- Formas de Contratação
- Entregáveis BIM
- Direitos e Responsabilidades
- Garantia de Qualidade e Controle de Qualidade
- Critérios de Avaliação de Modelos BIM
- Considerações finais



The background features a low-poly, geometric pattern in shades of orange and yellow on the left, transitioning into a teal overlay on the right. The teal area contains the title text. The overall image has a modern, architectural feel with lines and angles.

PREÂMBULO: POR QUE ESTABELECE UM PROJETO FORMAL PARA IMPLANTAR BIM

PREÂMBULO: POR QUE ESTABELECEER UM PROJETO FORMAL PARA IMPLANTAR BIM

O BIM é abrangente demais. Embora se tenha exemplos concretos de iniciativas BIM realizadas com sucesso, seguindo processos pouco formais e bastante heterodoxos, a boa prática deixa claro que a sua implementação deve ser feita através do estabelecimento de um projeto formal, minimamente estruturado e documentado.

Dentre outros pontos, é fundamental que se definam, com clareza, os principais objetivos que se pretende obter com a migração para o BIM, e também que se estabeleça um primeiro objeto como projeto-piloto. Este, idealmente, não deverá ser nem tão complexo nem exageradamente simples, mas sim representar os empreendimentos mais tipicamente realizados pela empresa ou organização interessada na adoção BIM.

A figura que representa o ciclo de vida de um empreendimento¹ pode ajudar na definição dos objetivos de uma implementação BIM. Localize-se nela e responda: em qual fase atua a empresa ou organização que vai implantar BIM?



¹ Coletânea BIM CBIC – Volume 1 – Fundamentos BIM – Item 1.5 – Ciclo de Vida dos Empreendimentos.

Como algumas empresas atuam em diferentes fases, o projeto de implementação BIM poderá, portanto, prever várias etapas de desenvolvimento, mas é fundamental que se defina por onde começar. O ideal é que se identifique e se inicie a implementação BIM estabelecendo a fase mais importante e que também seja a mais crítica, e considerando a razão de existir da empresa ou organização em questão.

Os objetivos da implementação BIM, portanto, deverão ser coerentes com os objetivos estratégicos da própria corporação, tendo em vista a melhoria dos seus processos e atividades mais críticos e mais importantes.

Uma vez definida a fase principal do ciclo de vida de um empreendimento que seria a mais adequada para iniciar a implementação BIM, o próximo passo é a definição dos casos de usos BIM que serão realizados.

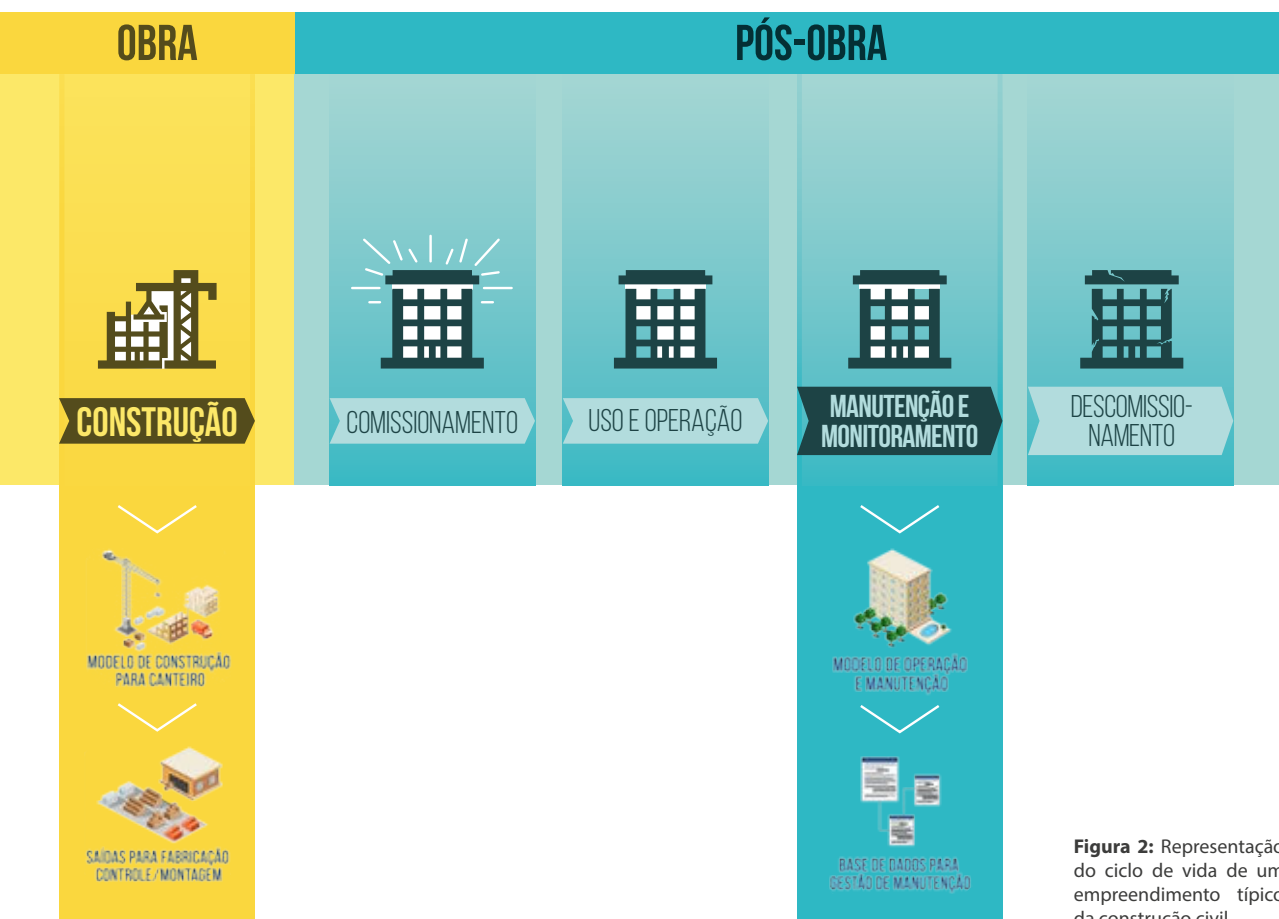


Figura 2: Representação do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil

Na figura a seguir, desenvolvida pela *PennState University*, as fases do ciclo de vida de um empreendimento foram resumidas em apenas quatro etapas: planejamento, projeto, construção e operação.

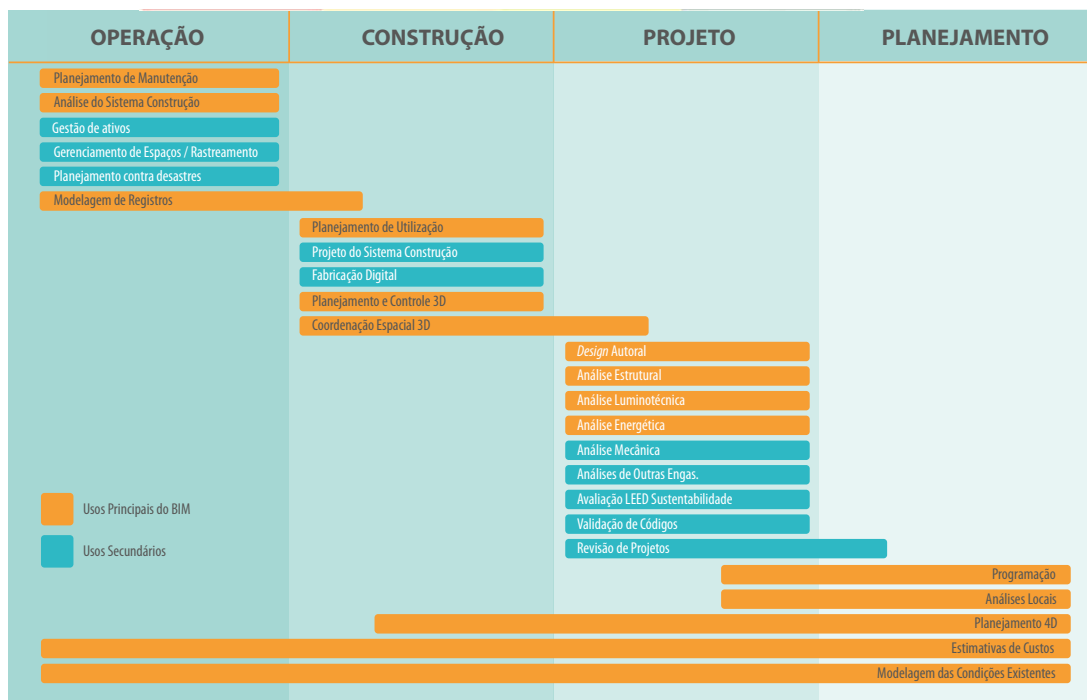


Figura 3: Os 25 casos de usos BIM, localizados nas grandes fases do ciclo de vida de um empreendimento, organizadas em ordem reversa, publicados pela *PennState University* em 2009. Os quadros com fundo laranja representam os principais usos BIM e aqueles com fundo azul, os usos BIM secundários

Como descrito anteriormente, no *Volume 1*, sobre o processo de definição e escolha dos casos de usos que serão implantados, sempre vale a pena olhar para o quadro organizado em ordem reversa. Em algumas situações, casos de usos futuros podem ser viabilizados se algumas decisões quanto ao desenvolvimento dos modelos forem tomadas e consideradas no planejamento do projeto de implementação BIM.

Todos os 25 casos de usos BIM citados acima foram mapeados, descritos e documentados pela *PennState*, descrevendo não apenas os correspondentes fluxos de trabalho, com todas as suas atividades, mas também as informações utilizadas como referências e as informações trocadas. Embora possam existir algumas diferenças quando comparado com os processos realizados no Brasil, por causa de particularidades do nosso mercado e do ambiente local, o aproveitamento do conteúdo dessa publicação significa um atalho importante num projeto de implementação BIM.

Como é desejável para todo e qualquer projeto formal, também para uma implementação BIM é importante que sejam seguidas boas práticas para o detalhamento, o planejamento, o gerenciamento e a documentação do projeto propriamente dito. Além dos aspectos específicos inerentes aos processos BIM, que serão descritos e detalhados nos capítulos subsequentes, recomenda-se que sejam seguidas as técnicas do *Project Management Institute - PMI* para a gestão do projeto de implementação BIM.

O nível de documentação e controle de um projeto de implementação BIM pode variar em função da quantidade de fases e processos abrangidos, da quantidade e da complexidade dos casos de usos que se pretende fazer, dentre outros fatores. A equipe de projeto deverá avaliar especificamente esse assunto e decidir quais dos 42 processos citados pelo PMI serão realizados e em qual nível de detalhamento e profundidade. A figura a seguir apresenta as cinco fases típicas de um projeto – iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento –, as nove disciplinas nas linhas, listando e localizando-as na matriz formada por eles, e os 42 processos previstos pelas técnicas de gestão de projeto do PMI.

FASES →	Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
Disciplina ↓					
Integração	Termo de abertura projeto	Plano de gerenciamento do projeto	Gerenciamento da execução do projeto	Monitoramento e controle dos trabalhos Controle integrado das mudanças	Encerramento de projeto ou fase
Escopo		Lista de requisitos do projeto Definição do escopo Definição da Estrutura Analítica do Projeto (EAP)		Verificação do escopo Controle do escopo	
Tempo		Definição das atividades Sequenciamento das atividades Estimativa de recursos por atividades Estimativa da duração das atividades Cronograma		Controle da progressão e cronograma	
Custo		Estimativa de custos Aprovação do orçamento do projeto		Controle dos custos	
Qualidade		Definição dos níveis de qualidade do projeto	Verificação e garantia da qualidade	Controle da qualidade	
Pessoas		Plano de recursos humanos	Contratação da equipe de projeto Desenvolvimento da equipe Gerenciamento da equipe		
Comunicação	Identificar partes interessadas	Planejamento das comunicações	Distribuição de informações Gerenciamento das expectativas	Relatório de desempenho	
Risco		Planejamento do gerenciamento de riscos Identificação de riscos Análise qualitativa de riscos Análise quantitativa de riscos Planejamento de respostas para riscos		Monitoramento e controle de riscos	
Aquisição		Planejamento de aquisições	Realização das aquisições e contratações	Administração das aquisições e contratações	Encerramento de aquisições e contratos

Figura 4: Os 42 processos previstos para a gestão de projetos, que compreendem nove (9) disciplinas, divididos pelas cinco (5) fases típicas, de acordo com o PMI – Project Management Institute

Nas próximas seções deste *Volume 2*, uma pequena tabela com o ícone de uma lupa verificando um alvo, como na figura abaixo, servirá para apontar momentos convenientes para o desenvolvimento dos principais processos de gerenciamento e controle de projetos, segundo as técnicas do PMI.

CONTROLE E GERENCIAMENTO DO PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM	
	<i>Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam felis tortor, euismod id neque ut, consectetur rutrum leo. Donec semper iaculis odio quis aliquam. Donec ut nisi posuere, imperdiet ligula nec, tristique sem.</i>

Figura 5: Exemplo de tabela que servirá para apontar momentos convenientes para o desenvolvimento dos principais processos de gerenciamento e controle de projetos

Para efetivamente integrar a plataforma BIM no processo de entrega de projetos, é muito importante que a equipe faça um planejamento minucioso para a sua implementação. Ele deve delinear a visão global e incluir os detalhes da implementação que a equipe irá seguir ao longo de todo o empreendimento. Portanto, o desenvolvimento do plano BIM se faz necessário nos estágios mais iniciais de um trabalho, prosseguindo continuamente sempre que novos agentes participantes surgirem, sendo monitorado, atualizado e revisado quando necessário.

O plano deverá definir o escopo da implementação BIM no projeto, identificar os fluxos dos processos para as atividades BIM, estabelecer os intercâmbios de informações entre várias partes e descrever a infraestrutura que será necessária para que a empresa possa realmente suportar a implementação do projeto.

Através do desenvolvimento de um Plano BIM, o projeto e os membros da equipe de projeto deverão ser capazes de alcançar os seguintes valores:

1. Todas as partes envolvidas deverão entender e comunicar com clareza os objetivos estratégicos da implementação do BIM no projeto;
2. As diferentes áreas e empresas envolvidas deverão entender seus papéis e responsabilidades no processo de implementação;
3. A equipe deverá ser capaz de desenvolver um processo de execução bem adequado para as práticas negociais de cada um dos seus membros e fluxos de trabalho organizacionais típicos;
4. O plano deverá definir recursos adicionais, treinamentos e outras competências necessárias para garantir sucesso na implementação da plataforma BIM para as utilizações pretendidas;
5. O plano deverá fornecer um referencial para descrever o processo para futuros participantes que possam ser adicionados ao projeto;

6. Os departamentos de compras deverão ser capazes de definir uma linguagem de contratação que garanta que os participantes no projeto cumpram as suas obrigações;

7. O plano inicial deverá fornecer metas que permitam o acompanhamento da progressão ao longo da implementação do projeto.

A implementação do BIM, como costuma ocorrer também com outras novas tecnologias, pode apresentar algum risco adicional, especialmente quando as equipes não têm experiência com o processo de implementação, ou caso as pessoas não estejam familiarizadas com as estratégias e com os processos de implementação. Em última instância, toda a equipe vai ganhar valor através do aumento do nível de qualidade de planejamento, da redução dos pontos desconhecidos no processo de execução e da minoração do risco do próprio projeto como um todo.





2.1

OBSTÁCULOS PARA A ADOÇÃO DO BIM

2.1 OBSTÁCULOS PARA A ADOÇÃO DO BIM

POR QUE A ADOÇÃO BIM NÃO ACONTECE MAIS RAPIDAMENTE?

Um grupo de pessoas² que tem trabalhado sistematicamente com o BIM no Brasil foi consultado e contribuiu para a construção da resposta a essa pergunta. A maioria das pessoas consultadas é colaboradora da Comissão Especial de Estudos CEE-134 da ABNT, na qual está sendo desenvolvida a primeira Norma BIM Brasileira.

As opiniões coletadas foram, então, compiladas e organizadas, mas todas elas podem ser relacionadas a uma das seguintes respostas:

- A peculiar inércia e a **resistência às mudanças** por partes das organizações e pessoas envolvidas;
- A **dificuldade de entendimento** e compreensão do que é BIM e dos seus reais benefícios;
- As **questões culturais** e particularidades do ambiente e do mercado brasileiro;
- As especificidades e os **aspectos intrínsecos** da tecnologia BIM.

O aprofundamento e a discussão de cada uma dessas respostas podem ser úteis às empresas e organizações que tenham interesse em implementar o BIM, para que possam se posicionar e se defender de previsíveis ameaças e problemas que forem identificados.

2.1.1 – INÉRCIA E RESISTÊNCIA ÀS MUDANÇAS

As causas que impedem a adoção BIM de uma forma mais ampla são diversas, mas uma das principais tem a ver com a própria questão da **mudança** que a migração BIM significa para as empresas e organizações. Então, evoluindo um tanto mais nas respostas para a pergunta endereçada no início deste capítulo, diríamos que:

- O ser humano geralmente rejeita o que é desconhecido, e o BIM ainda é pouco conhecido.
- A maioria das pessoas tem dificuldades com as mudanças, e alguns de fato, não querem mudar.

Uma mudança ou transformação pressupõe a alteração de um estado, modelo ou situação anterior para um estado, modelo ou situação futura, por razões inesperadas e incontroláveis, ou por razões planejadas e premeditadas. Tomar a decisão de adotar BIM significa decidir realizar uma mudança na maneira como as atividades e os processos são atualmente executados.

Para que uma mudança aconteça de fato numa empresa ou organização, são necessários cinco componentes críticos: visão, capacitação, incentivos, recursos e o desenvolvimento de um plano de ação. A falta de um desses componentes conduz à confusão, à ansiedade, à resistência, à frustração ou a falsos inícios, como ilustra a figura a seguir:

² Prof. Sérgio Leusin, sócio-gerente da GPD, Gerenciamento e Desenvolvimento de Projetos Ltda., Rio de Janeiro – RJ; Prof. Eduardo Toledo, professor assistente na USP, Universidade de São Paulo; Américo Corrêa Júnior – *subscription sales manager* na Autodesk MCO & South; Gustavo Carezzato – Diretoria Técnica de Gerenciamento – Núcleo de Tecnologia e Inovação – Concremat Engenharia; Rita Cristina Ferreira – DWG Arquitetura SS Ltda; Rogério Suzuki, diretor Archibus do Brasil; David Oliveira – diretor da CADTec.

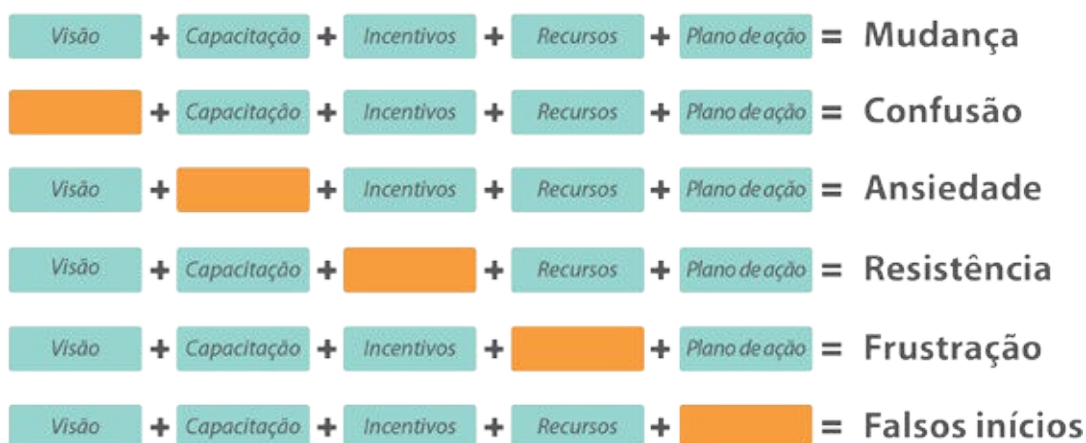


Figura 6: Ilustração demonstrando que são necessários cinco (5) componentes críticos para provocar uma mudança de fato numa empresa ou organização e o que a falta de cada um deles pode provocar

Promover uma mudança numa empresa ou numa organização nem sempre é tarefa simples ou fácil e pode exigir, além de um esforço especial de planejamento e gestão, alguma inspiração motivadora.

Antes de prosseguirmos, convém lembrar algumas frases que podem ajudar a construir uma imagem mental e uma reflexão apropriada para essa questão específica da mudança, ou da necessidade dela.

“NÃO É O MAIS FORTE QUE SOBREVIVE, NEM O MAIS INTELIGENTE, MAS O QUE MELHOR SE ADAPTA ÀS MUDANÇAS”.

CHARLES DARWIN

“NO MUNDO DOS NEGÓCIOS, AS MUDANÇAS OCORREM CADA VEZ MAIS RÁPIDO. PARA CAMINHAR PARA TRÁS, BASTA FICAR PARADO”...

CARLOS HILSDORF

“É IMPOSSÍVEL PROGREDIR SEM MUDANÇA, E AQUELES QUE NÃO MUDAM SUAS MENTES NÃO PODEM MUDAR NADA”.

GEORGE BERNARD SHAW

“EM UMA ÉPOCA DE MUDANÇAS DRÁSTICAS, SÃO OS QUE TÊM CAPACIDADE DE APRENDER QUE HERDARÃO O FUTURO. QUANTO AOS QUE JÁ APRENDERAM E SE JULGAM CULTOS, ESTES SE DESCOBRIRÃO EQUIPADOS PARA VIVER EM UM MUNDO QUE NÃO EXISTE MAIS”.

ERIC HOFFER

“AS MUDANÇAS NUNCA OCORREM SEM INCONVENIENTES, ATÉ MESMO DO PIOR PARA O MELHOR”.

RICHARD HOOKER

“MUDANÇA ACONTECE QUANDO A DOR DE MUDAR É MENOR QUE A DOR DE PERMANECER O MESMO”.

AUTOR DESCONHECIDO

“QUEM QUER FAZER ALGO SEMPRE ENCONTRA UMA MANEIRA. QUEM NÃO QUER FAZER SEMPRE ARRUMA UMA DESCULPA”.

AUTOR DESCONHECIDO

“QUANDO OS VENTOS DE MUDANÇA SOPRAM, UMAS PESSOAS LEVANTAM BARREIRAS, OUTRAS CONSTROEM MOINHOS DE VENTO”.

ÉRICO VERÍSSIMO

2.1.2 – DIFICULDADE DE ENTENDIMENTO E COMPREENSÃO

Outro ponto fundamental que ajuda a emperrar a adoção BIM e impede que ela se dissemine mais largamente está relacionado ao entendimento e à correta compreensão da tecnologia com os seus reais benefícios. Não é fácil, tampouco intuitivo, compreender corretamente o que é BIM e o que a sua adoção pode significar para a indústria da construção civil.

Então, podemos afirmar que a adoção BIM não acontece mais rapidamente:

- Porque não é muito fácil, tampouco simples, compreender o que é BIM e qual o seu significado.
- Porque não é fácil entender os potenciais benefícios que a adoção BIM pode proporcionar e os envolvidos num empreendimento, num primeiro momento, não conseguem enxergar que eles já pagam uma conta muito alta devido a erros, retrabalhos, atrasos, demandas e processos.
- Porque os proprietários e investidores brasileiros ainda não se deram conta de que eles seriam os principais beneficiários da adoção BIM.
- Porque os bancos e demais agentes financiadores e seguradoras ainda não perceberam que a maior precisão garantida pelos processos BIM possibilita a prática de taxas mais baixas, em consequência da redução dos riscos dos empreendimentos.

Uma impressão equivocada, mas bastante disseminada é que o BIM seria um ‘substituto do CAD’, quando é, na verdade, uma inovação tecnológica muito mais profunda, pois altera radicalmente todo o processo de projeto, desde a concepção até o gerenciamento do empreendimento.

Em alguns países onde o BIM foi adotado como uma iniciativa estratégica nacional (Reino Unido, Cingapura e mais recentemente no Chile), o papel assumido pelo governo, como contratante e investidor significativo no mercado da construção, serve como importante força indutora da mudança.

No Brasil, o BIM e a coordenação modular foram as duas principais iniciativas estratégicas incluídas no Plano Brasil Maior - PBM³ para o setor da construção civil. Algumas ações práticas foram realizadas, outras ainda estão sendo desenvolvidas, mas os resultados efetivamente alcançados ainda são modestos e incipientes.

2.1.3 – BARREIRAS CULTURAIS E PARTICULARIDADES DO AMBIENTE BRASILEIRO

Barreiras culturais ou particularidades do ambiente e do mercado brasileiro também podem ser apontadas como dificultadores.

- Não costumamos valorizar o planejamento nos nossos empreendimentos construtivos.
- Ainda não temos um número de profissionais suficientemente capacitados em BIM no nosso mercado.
- Ainda acreditamos e apostamos em soluções ‘rápidas e baratas’.
- O atual modelo de contratação de projetistas utilizado no Brasil. Os maiores beneficiados pela adoção BIM são os contratantes, que respondem pelo produto final construído perante os clientes, mas o BIM precisa ser aplicado ainda na fase do desenvolvimento dos projetos. Sem isso não existe BIM. Para os arquitetos e projetistas, entretanto, a exigência do BIM acaba representando, além da necessidade de investimento e capacitação, um aumento substancial de escopo e responsabilidades, sem que sua remuneração seja adequadamente revista em conformidade ao novo escopo ampliado.

³ O Plano Brasil Maior, lançado em agosto de 2011, é um programa do Governo Federal brasileiro para aumentar a competitividade da indústria nacional, sob o lema “Inovar para competir. Competir para crescer”.

- Nem todos que atuam na indústria da construção civil no Brasil se interessam verdadeiramente por processos mais eficazes e transparentes. Muitos se valem da indefinição de projetos para tirar proveito dela.
- As margens de lucro dos empreendimentos da construção civil no Brasil ainda são relativamente altas (comparadas com mercados mais maduros) e os erros e desperdícios, mesmo grandes, já estão incorporados aos orçamentos e, historicamente, acabaram aceitos pela indústria.
- O investimento para viabilizar a implementação BIM é desproporcional aos atuais valores de remuneração dos projetistas, especialmente na área de instalações (os projetos de instalações são sub-remunerados).
- Em geral, não há interesse pelo trabalho colaborativo – cada um se preocupa só com sua parte.
- Não temos incorporada, na cultura da indústria da construção civil, a utilização da Tecnologia da Informação (TI).
- Algumas pessoas são céticas e pensam que BIM pode ser um ‘modismo’ passageiro.
- Os modelos educacionais da maioria das universidades brasileiras constituem barreiras à disseminação da tecnologia BIM. As mudanças nas grades curriculares são difíceis, exigem processos longos, e os professores, de modo geral, não são estimulados às inovações.
- Há personagens no mercado que denigrem iniciativas inovadoras.
- O risco de perder profissionais após o investimento e o esforço do treinamento e da capacitação.

Também é preciso considerar que não temos conseguido coordenar adequadamente nossos esforços para o fomento da adoção BIM e a remoção de barreiras. São inúmeras as iniciativas que não são complementares, mas sim concorrentes.

CONFEA, CREA e CAU devem participar mais ativamente das iniciativas existentes.

Não temos ainda documentos definidores de boas práticas que auxiliem nos processos de seleção, contratação e gerenciamento do projeto e empreendimento utilizando BIM. Além disso, não há bibliotecas de componentes BIM que correspondam aos produtos produzidos e utilizados na indústria brasileira.

Uma questão interessante, que deveria ser melhor investigada, tem a ver com um possível conflito de gerações. Como se sente um engenheiro com muitos anos de experiência e uma carreira de sucesso quando outro profissional, geralmente mais jovem, lhe apresenta uma ‘nova tecnologia’ e mostra que será capaz de fazer melhor tudo o que ele sempre fez, utilizando a tecnologia CAD? Considere, ainda, que esse profissional mais experiente certamente estará encarregado de tomar as decisões ou de minimamente influenciá-las dentro das organizações.

Também se costuma dizer que a utilização do BIM acaba expondo mais explicitamente os eventuais erros cometidos pelos arquitetos e projetistas, que não são tão visíveis assim com a utilização da tecnologia 2D.

O momento de crise, estagnação e incertezas na economia brasileira tem inibido iniciativas de inovação nas empresas, e esse também é um fator que precisa ser considerado na construção da resposta à pergunta enunciada no início deste capítulo.

2.1.4 – ESPECIFICIDADES E ASPECTOS INTRÍNSECOS AO BIM

Finalmente, existem algumas questões e necessidades intrínsecas à tecnologia BIM, que também se constituem obstáculos a uma adoção mais ampla:

- A adoção BIM requer esforço, aprendizado e investimento.
- Não é simples nem fácil calcular e comprovar o retorno sobre o investimento (ROI) no BIM.
- É difícil mensurar alguns dos principais benefícios oferecidos pelo BIM, que é justamente o aumento da precisão dos projetos e do planejamento. O custo de um erro é mais fácil de ser percebido e avaliado que o valor dos ‘acertos’, porque ‘acertos’ não costumam chamar a atenção das pessoas.





2.2

PLANEJAMENTO DE UMA IMPLEMENTAÇÃO BIM

2.2 PLANEJAMENTO DE UMA IMPLEMENTAÇÃO BIM

Como já mencionado anteriormente, as boas práticas evidenciam que um projeto de implementação BIM deve ser formalmente estabelecido, documentado e controlado, com a aplicação de técnicas de gestão de projetos.

Embora possa haver diferenças, para facilitar o processo de comunicação e compreensão, convém considerar que um projeto de implementação BIM pode ser dividido em dez principais passos, como ilustra a figura a seguir:

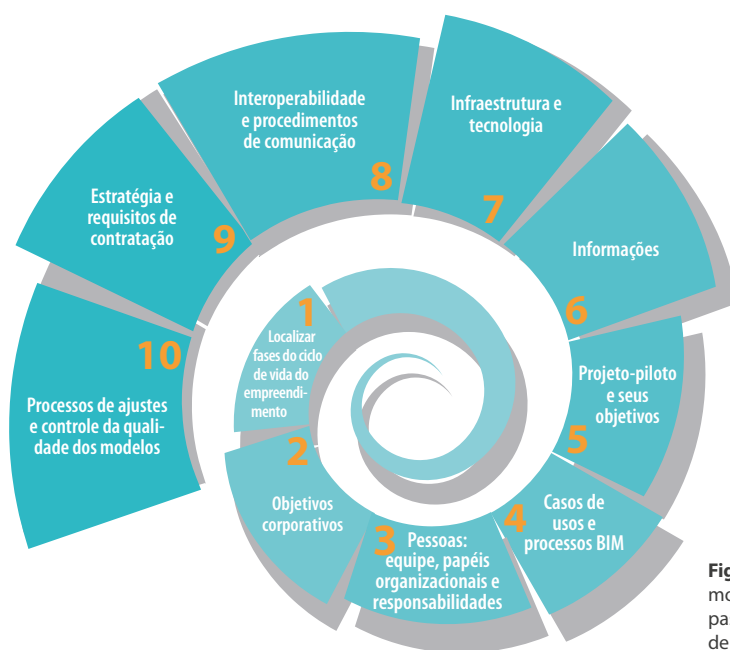


Figura 7: Ilustração demonstrando os principais passos para um projeto de implementação BIM

Nesse roteiro foram incluídas apenas descrições sucintas dos conceitos de cada um dos passos do projeto de implementação BIM, para que o sequenciamento seja compreendido. Alguns dos assuntos listados são muito extensos e abrangentes, por isso serão detalhados e exemplificados em capítulos futuros e específicos, seguindo uma programação prévia, já definida no planejamento do desenvolvimento do conteúdo da **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**.

Os processos BIM mais comuns (4º passo) serão detalhados no *Volume 4 – Fluxos de trabalho BIM*. Os detalhamentos incluirão informações (6º passo) e infraestrutura (7º passo).

A infraestrutura (7º passo) e a interoperabilidade (8º passo) serão aprofundadas e exemplificadas no *Volume 3 – Colaboração e Integração BIM*.

Estratégia e requisitos específicos de contratação BIM, juntamente com os processos de ajustes e controle de qualidade dos modelos, serão detalhados no *Volume 5 – Formas de Contratação BIM*.

A definição do escopo específico e real para um projeto de implementação BIM pode exigir o ajuste fino dos passos e procedimentos listados e descritos neste capítulo da coletânea, que foram pensados e organizados para a orientação de implantações genéricas em construtoras e incorporadoras.

Vamos agora analisar, comentar e exemplificar cada um desses principais passos, para que as empresas ou organizações interessadas em implantar BIM possam compreender tanto um projeto completo como a lógica e o sequenciamento para implementação.

2.2.1 – LOCALIZAÇÃO DENTRE AS FASES DO CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO

A localização, na figura que representa o ciclo de vida de um empreendimento (Figura 2), é uma das principais fases de atuação da empresa ou organização que deseja realizar uma implementação BIM, pois ajuda muito na definição dos objetivos e na identificação dos principais processos que deverão ser mapeados e revistos. Esse é o primeiro principal passo indicado para um projeto de implementação e deverá nortear todo o processo.

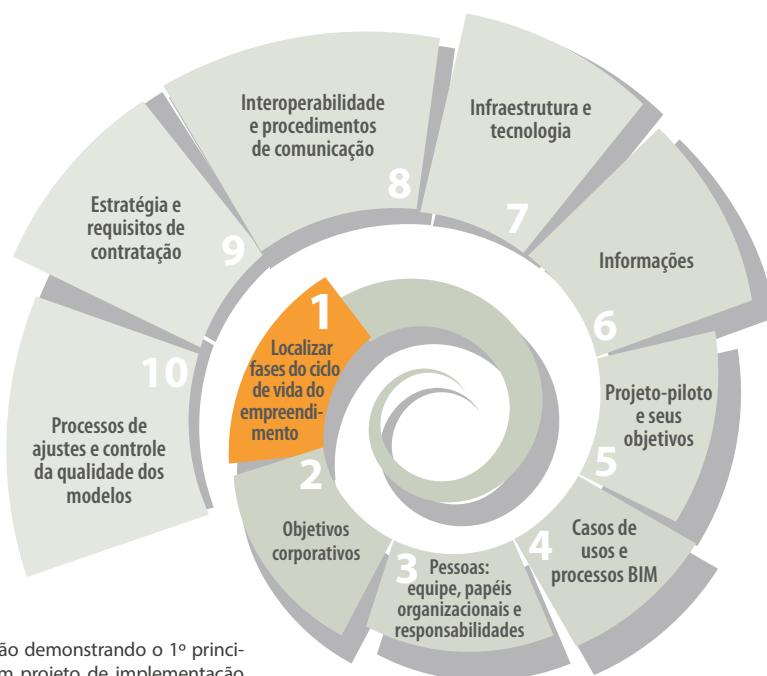


Figura 8: Ilustração demonstrando o 1º principal passo para um projeto de implementação BIM: localizar as fases do ciclo de vida de um empreendimento, onde atua a empresa ou organização que deseja realizar a implementação

Esta coletânea está sendo desenvolvida para atender prioritariamente a incorporadoras e construtoras. O exercício de restrição considera ainda que apenas serão abordados e detalhados os casos de usos BIM mais comuns no Brasil.

Uma construtora, por exemplo, certamente estaria especialmente interessada e focada na fase de construção e execução das obras e na fase de comissionamento, quando seriam entregues as ‘chaves’ da obra já concluída, juntamente com toda a sua correspondente documentação técnica e legal, inclusive habite-se, manuais de uso e operação, garantias de equipamentos e sistemas, dentre outros.



CONSTRUTORA



Figura 9: Ciclo de vida típico de um empreendimento, com destaque para a fase da obra ou construção e o comissionamento, que estariam no foco de interesse de uma construtora

Não significa que uma construtora não se envolva nem deixe de se interessar por outras fases do ciclo de vida de um empreendimento, mas sim que deverá detalhar e focar especialmente nas fases de obra e comissionamento.

A fase 'construção' interessaria especialmente a uma construtora, que poderia desenvolver modelos BIM específicos para a realização da chamada 'construção virtual' (*Virtual Design & Construction – VDC*), em que os componentes de uma edificação projetada são modelados de forma a reproduzir, o mais fielmente possível, as diversas fases e trechos que serão efetivamente construídos na obra. Uma fachada, por exemplo, será dividida nos seus componentes construtivos, conforme as etapas planejadas para sua montagem, trecho por trecho.

Então, considerando que a atividade principal de uma construtora está mais diretamente relacionada ao processo utilizado para construir uma dada instalação ou edificação, e não para o detalhamento e especificação deste mesmo 'objeto' que será construído, o desenvolvimento de um modelo específico para a construção, que simule todas as diferentes fases do canteiro de obras, bem como a localização e uso dos principais equipamentos utilizados durante a construção e as próprias soluções construtivas que serão utilizadas, certamente poderia contribuir para melhorar os processos e resultados realizados pela empresa.

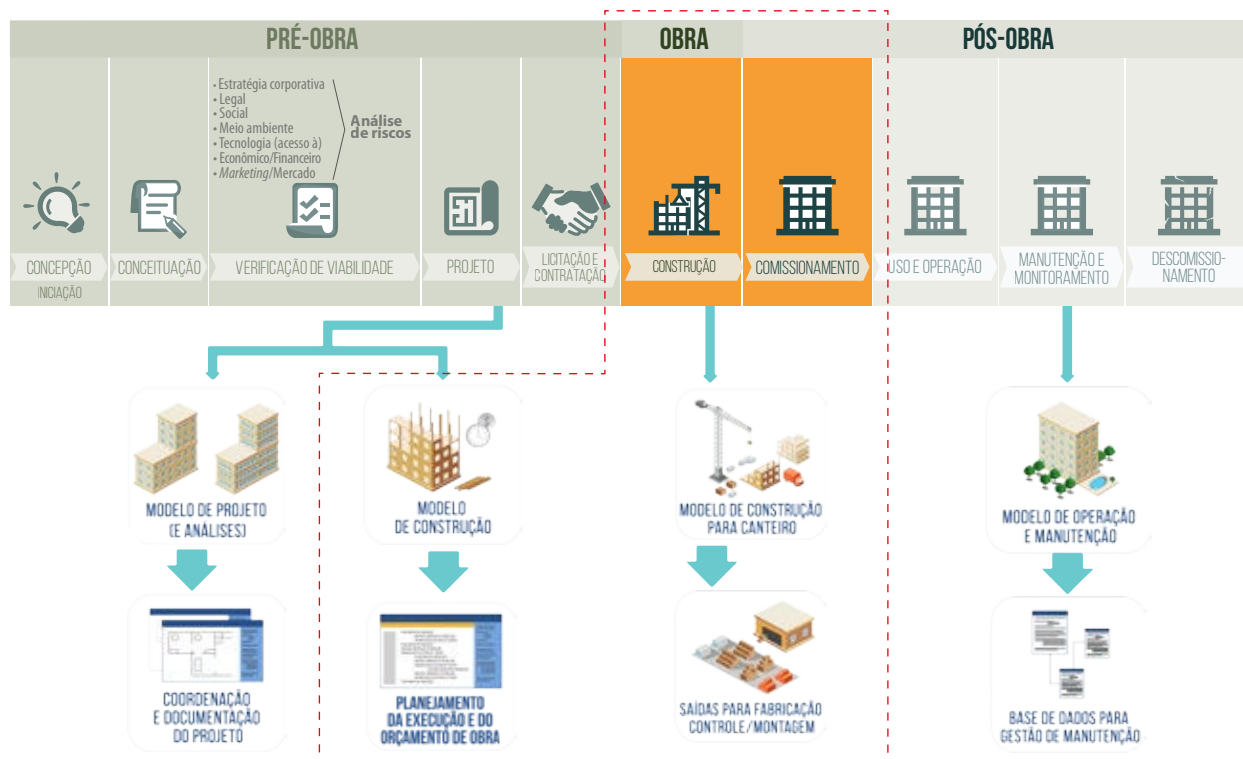


Figura 10: Ciclo de vida de um empreendimento, com destaque para modelo BIM desenvolvido para o estudo detalhado dos processos construtivos, inclusive recursos necessários para a construção (gruas, elevadores de obra, bandejas). Eles também podem ser utilizados para fabricação digital e para a fase de comissionamento, em que se faz a entrega das "chaves" do empreendimento com seus respectivos documentos técnicos e legais (habite-se, garantias, manuais, etc.)

Já uma incorporadora se interessaria mais especificamente pela utilização do BIM nas fases iniciais do ciclo de vida de um empreendimento, que constituem a etapa denominada 'pré-obra', incluindo a conceitualização, a verificação da viabilidade, a análise de riscos, o próprio desenvolvimento do projeto e o processo de licitação, e a contratação da obra. Uma das possibilidades seria a da utilização das soluções Macro BIM, para realizar, com maior precisão, a conceitualização dos seus empreendimentos, bem como as correspondentes estimativas de custos.



Figura 11: Ciclo de vida típico de um empreendimento, com destaque para as fases que estariam no foco de interesse de uma incorporadora

Uma incorporadora certamente também se interessará pelo processo de desenvolvimento dos modelos autorais, pela coordenação das diversas disciplinas e suas correspondentes documentações e extrações de quantidades dos projetos. Passar a realizar esses processos com a utilização do BIM pode reduzir erros, garantir a aderência dos projetos aos orçamentos e planejamentos, e assim por diante. Lembrando que os modelos autorais são desenvolvidos para a definição do objeto que será construído no empreendimento (edificação ou instalação), mas não definem o processo de construir esse mesmo objeto (ou seja, não incluem canteiro de obras, guias, etc.).

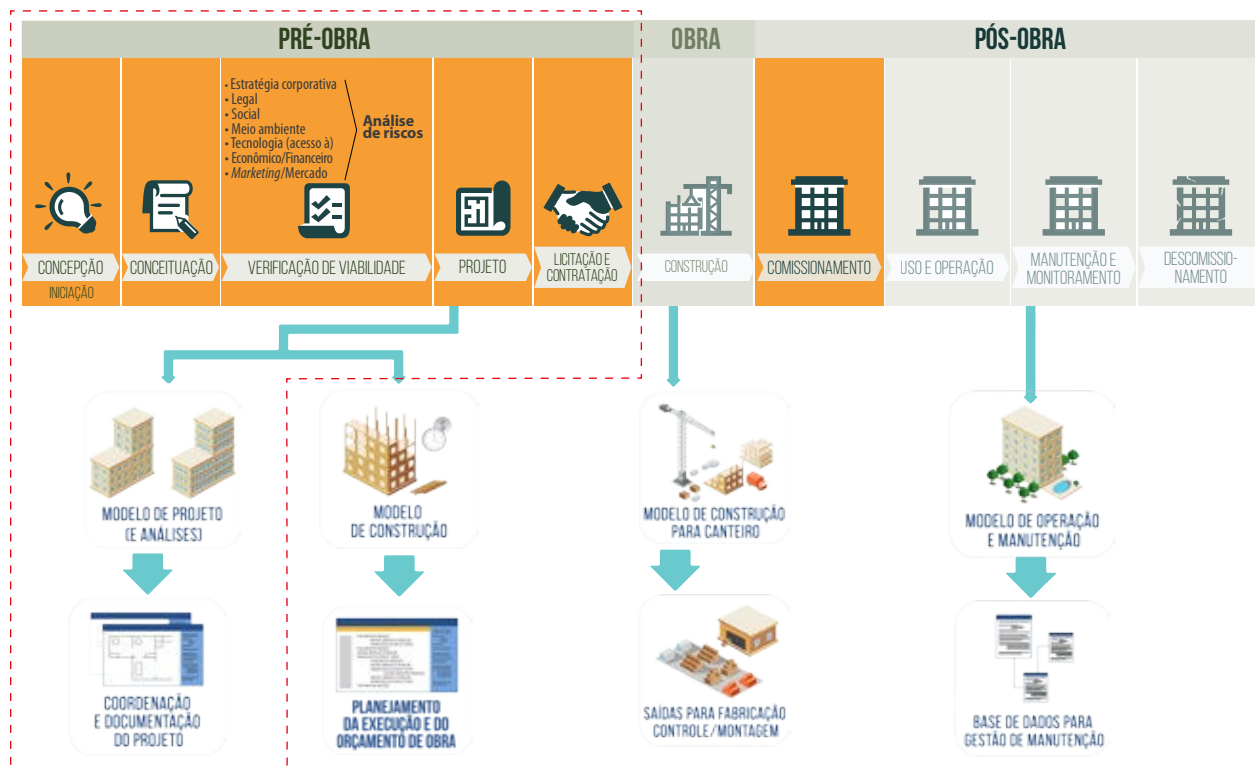


Figura 12: Ciclo de vida de um empreendimento, com destaque para modelos BIM especificamente desenvolvidos para projetos autorais, planejamento 4D, e também para as estimativas de custos e orçamento executivo

Obviamente, a complexidade de um projeto de implementação BIM cresce conforme se acrescentam mais fases do ciclo de vida de um empreendimento, ampliando a correspondente quantidade de processos a serem revistos e migrados. De qualquer forma, é muito importante que se defina por qual fase a implementação BIM será iniciada, ainda que o projeto seja mais abrangente e preveja a realização de outras fases futuras.

2.2.2 – DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS CORPORATIVOS

Os objetivos de uma implementação BIM devem ser definidos e alinhados de maneira coerente com os objetivos estratégicos da empresa ou organização.

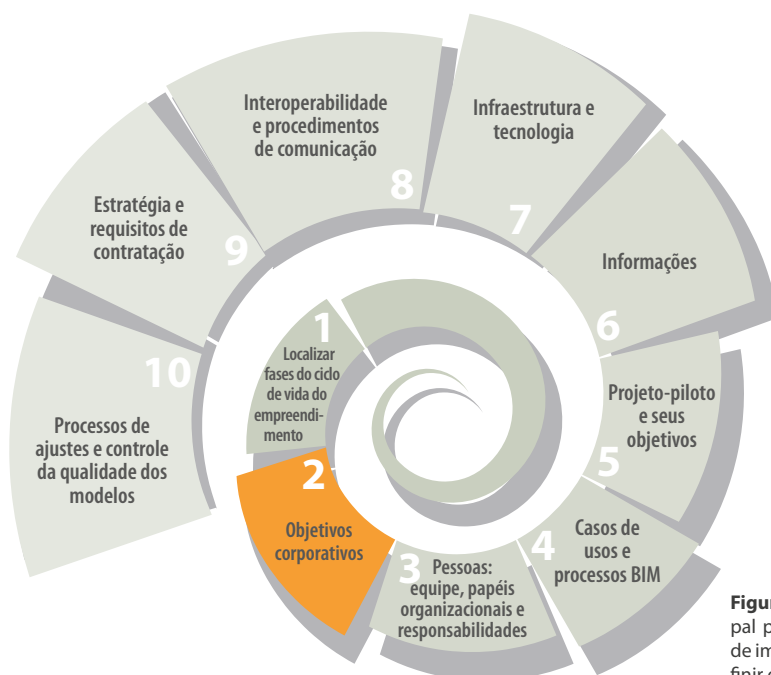


Figura 13: Segundo principal passo para um projeto de implementação BIM: definir objetivos corporativos

Para facilitar o processo de comunicação e compreensão do leitor, será apresentada, como exemplo, a definição de alguns objetivos corporativos de implementação BIM para construtoras e incorporadoras.

RAMO DA EMPRESA	EXEMPLOS DE OBJETIVOS CORPORATIVOS PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM
 INCORPORADORA	• Reduzir 10% dos custos totais dos empreendimentos lançados e comercializados. • Reduzir 20% do índice de reclamações de clientes finais sobre as unidades produzidas e comercializadas. • Reduzir 20% da quantidade de conflitos com contratados. • Aumentar a acurácia das estimativas iniciais de custos dos empreendimentos, reduzindo a margem de erro para uma média de 15%. • Aumentar a acurácia dos orçamentos executivos dos empreendimentos, reduzindo a margem de erro para uma média de 5%. • Aumentar a acurácia do planejamento da entrega dos empreendimentos, reduzindo a margem de erro para cerca de 1 mês. • Incrementar a percepção de confiabilidade e qualidade da empresa e dos produtos lançados, produzidos e comercializados (medição através de pesquisas específicas).

Figura 14: Exemplos de objetivos corporativos para uma implementação BIM numa Incorporadora

RAMO DA EMPRESA	EXEMPLOS DE OBJETIVOS CORPORATIVOS PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM
 CONSTRUTORA	• Reduzir 10% dos custos totais de construção dos empreendimentos. • Reduzir 20% da geração total de resíduos sólidos dos empreendimentos. • Reduzir 20% da quantidade de conflitos com o contratante / investidor / proprietário / incorporador de cada empreendimento. • Reduzir 15% dos gastos com serviços e consertos realizados no pós-obra (período de garantia da construção). • Reduzir 20% da quantidade de conflitos com subcontratados. • Aumentar a acurácia das estimativas iniciais de custos dos empreendimentos, reduzindo a margem de erro para uma média de 15%. • Aumentar a acurácia dos orçamentos executivos dos empreendimentos, reduzindo a margem de erro para uma média de 5%. • Aumentar a acurácia do planejamento da entrega dos empreendimentos, reduzindo a margem de erro para cerca de 1 mês. • Reduzir os períodos de paralisação das obras, definindo como período máximo admissível 5% (acumulado) do prazo total contratado. • Incrementar a percepção de confiabilidade e qualidade da empresa e dos produtos construídos (medição por meio de pesquisas específicas).

Figura 15: Exemplos de objetivos para uma implementação BIM numa construtora

É óbvio que a adoção BIM, isoladamente, não será capaz de entregar, na sua totalidade, os objetivos listados como exemplos para empresas incorporadoras e construtoras, porque eles são amplos demais. Para alcançá-los, certamente serão necessários outros ajustes nos processos e modelos de negócio praticados. Mas o estabelecimento de objetivos amplos, abertos e diretamente relacionados com as atividades principais das empresas faz sentido, e convém que seja utilizado como balizamento estratégico e guia (de mais longo prazo) dos esforços de mudanças nos processos corporativos exigidos pela adoção BIM.

Também se deve destacar a importância de estabelecer referências de desempenho que permitam a mensuração dos benefícios proporcionados pela adoção BIM. Ou seja, é preciso medir e obter índices que demonstrem e documentem a situação anterior à implementação, para que seja possível, depois, comprovar as mudanças e os benefícios.

Como a maioria dos objetivos listados apresentam informações quantitativas, por exemplo, reduzir 10% dos custos totais de construção dos empreendimentos, é, obviamente, necessário que os custos totais já estejam sendo calculados, com o uso dos processos anteriores à adoção BIM, para que a comparação possa ser realizada após a implementação. Raciocínio similar deve ser utilizado para as demais métricas listadas.

CONTROLE E GERENCIAMENTO DO PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM					
		Uma vez definidos os objetivos corporativos do projeto da implementação BIM, seria o momento oportuno para o desenvolvimento do 'termo de abertura do projeto', previsto na fase de 'iniciação' e na parte da disciplina de 'Integração', de acordo com as técnicas de gestão de projetos do PMI.			
FASES →	Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
Disciplina ↓					
Integração	Termo de abertura projeto	Plano de gerenciamento do projeto	Gerenciamento da execução do projeto	Monitoramento e controle dos trabalhos Controle integrado das mudanças	Encerramento de projeto ou fase
Escopo		Lista de requisitos do projeto Definição do escopo Definição da Estrutura Analítica do Projeto (EAP)		Verificação do escopo Controle do escopo	
Tempo		Definição das atividades Sequenciamento das atividades Estimativa de recursos por atividades Estimativa da duração das atividades Cronograma		Controle da progressão e cronograma	
Custo		Estimativa de custos Aprovação do orçamento do projeto		Controle dos custos	
Qualidade		Definição dos níveis de qualidade do projeto	Verificação e garantia da qualidade	Controle da qualidade	
Pessoas		Plano de recursos humanos	Contratação da equipe de projeto Desenvolvimento da equipe Gerenciamento da equipe		
Comunicação	Identificar partes interessadas	Planejamento das comunicações	Distribuição de informações Gerenciamento das expectativas	Relatório de desempenho	
Risco		Planejamento do gerenciamento de riscos Identificação de riscos Análise qualitativa de risco Análise quantitativa de riscos Planejamento de respostas para riscos		Monitoramento e controle de riscos	
Aquisição		Planejamento de aquisições	Realização das aquisições e contratações	Administração das aquisições e contratações	Encerramento de aquisições e contratos

Figura 16: Processo da gestão de projetos recomendado para realização nesta etapa, de acordo com o PMI

2.2.3 – PESSOAS: EQUIPES, PAPÉIS ORGANIZACIONAIS E RESPONSABILIDADES

A definição da equipe e da própria estrutura de implementação de um projeto BIM é um dos principais passos que integram uma estratégia de implementação.

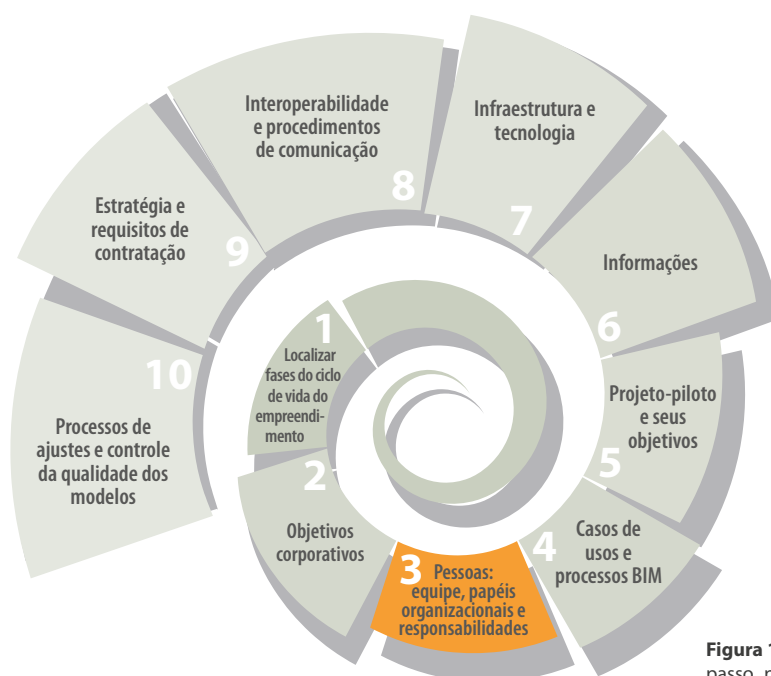


Figura 17: Terceiro principal passo para um projeto de implementação BIM: pessoas – equipe, papéis organizacionais e responsabilidades

A escolha e a capacitação de um gerente BIM são, sem dúvida, uns dos fatores mais críticos que estão diretamente relacionados com o sucesso ou fracasso de um projeto de implementação.

Dentre outras responsabilidades, um gerente BIM deverá ser capaz de:

- Comunicar visão BIM, tanto do projeto total de implementação quanto do projeto-piloto;
- Liderar e garantir a efetividade do treinamento da equipe;
- Atuar como ponto focal BIM;
- Liderar e gerenciar o projeto de implementação BIM;
- Realizar reuniões periódicas para o gerenciamento da implementação e do desenvolvimento do projeto-piloto;
- Garantir a efetividade dos processos de troca de informações;
- Solucionar conflitos;
- Gerenciar, manter e controlar a qualidade dos modelos desenvolvidos.

Caso a empresa ou organização não deseje contratar um gerente BIM com alguma experiência, a única alternativa seria treinar e capacitar uma das pessoas que já atuam na sua equipe. De qualquer forma, seria necessário contratar uma consultoria especializada para viabilizar o processo de capacitação, e, obviamente, a adoção desse caminho poderia implicar alguns riscos adicionais para o sucesso da implementação BIM.

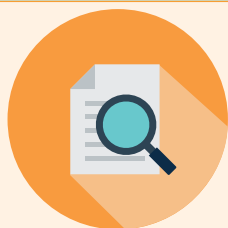
O núcleo de uma equipe de desenvolvimento de um projeto de edificações utilizando BIM, em geral, é constituído pelos seguintes componentes:

- Arquiteto / *designer*
- Engenheiro estrutural
- Engenheiro de instalações hidráulicas
- Engenheiro de instalações de conforto (ar condicionado, aquecimento, ventilação, etc.)
- Engenheiro eletricista
- Engenheiro civil
- Consultores específicos
- Responsável por suprimentos e contratações
- Construtor
- Subempreiteiros
- Fabricantes e fornecedores

Alguns empreendimentos podem integrar um profissional especificamente responsável pela coordenação dos projetos (nos casos em que o arquiteto, eventualmente, não exerça essa função), gerenciadores e órgãos responsáveis pela aprovação e pela fiscalização de projetos (prefeituras, agências ambientais, corpo de bombeiros, companhias de engenharia de tráfego, dentre outros).

A definição de um plano de treinamento e capacitação dependerá, obviamente, do nível de conhecimento e experiência prévia de cada um dos integrantes da equipe, mas será condição crítica e fundamental para garantir o sucesso de um processo de implementação BIM, especialmente considerando que no Brasil ainda não temos muitos profissionais realmente qualificados e experientes.

CONTROLE E GERENCIAMENTO DO PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM



Uma vez definidas as equipes, os papéis organizacionais e as responsabilidades, seria o momento oportuno para o desenvolvimento do documento 'identificação das partes interessadas', previsto na fase de 'iniciação' e integrante da disciplina 'Comunicação'. Também vale para o 'plano de recursos humanos', previsto na fase de 'planejamento' e integrante da disciplina 'Pessoas', conforme as técnicas de gerenciamento de projetos do PMI.

FASES →	Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
Disciplina ↓					
Integração	Termo de abertura projeto	Plano de gerenciamento do projeto	Gerenciamento da execução do projeto	Monitoramento e controle dos trabalhos Controle integrado das mudanças	Encerramento de projeto ou fase
Escopo		Lista de requisitos do projeto Definição do escopo Definição da Estrutura Analítica do Projeto (EAP)		Verificação do escopo Controle do escopo	
Tempo		Definição das atividades Sequenciamento das atividades Estimativa de recursos por atividades Estimativa da duração das atividades Cronograma		Controle da progressão e cronograma	
Custo		Estimativa de custos Aprovação do orçamento do projeto		Controle dos custos	
Qualidade		Definição dos níveis de qualidade do projeto	Verificação e garantia da qualidade	Controle da qualidade	
Pessoas		Plano de recursos humanos	Contratação da equipe de projeto Desenvolvimento da equipe Gerenciamento da equipe		
Comunicação	Identificar partes interessadas	Planejamento das comunicações	Distribuição de informações Gerenciamento das expectativas	Relatório de desempenho	
Risco		Planejamento do gerenciamento de riscos Identificação de riscos Análise qualitativa de risco Análise quantitativa de riscos Planejamento de respostas para riscos		Monitoramento e controle de riscos	
Aquisição		Planejamento de aquisições	Realização das aquisições e contratações	Administração das aquisições e contratações	Encerramento de aquisições e contratos

Figura 18: Processos da gestão de projetos, de acordo com o PMI, recomendados para realização nesta etapa

2.2.4 – DEFINIÇÃO DOS CASOS DE USO E MAPEAMENTO DE PROCESSOS BIM

Neste roteiro foram incluídas apenas descrições sucintas dos processos BIM, que serão detalhados e exemplificados no *Volume 4 – Fluxos de trabalho BIM*.

A escolha dos principais casos de usos BIM, dentre os 25 já mapeados e documentados pela *PennState University*, é muito conveniente, porque pode significar um bom ‘atalho’ num projeto de implementação, poupando esforços para o mapeamento dos processos BIM. Bastará o exercício de analisar e ajustar os processos já documentados e publicados, para refletir eventuais particularidades ou especificidades.

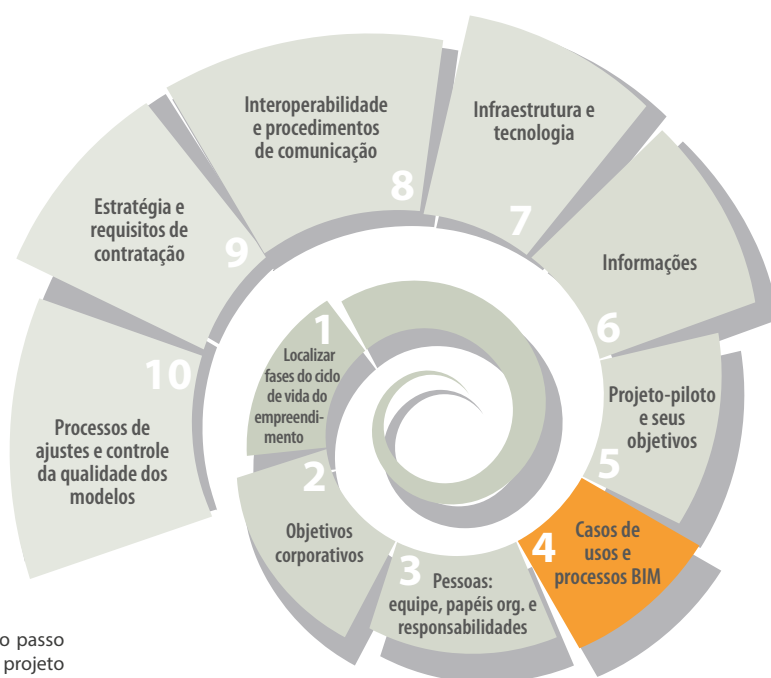


Figura 19: Quarto passo principal para um projeto de implementação BIM: definir casos de usos e processos BIM

Além da escolha dos potenciais casos de usos que poderiam agregar valor e concorrer para o alcance dos objetivos de uma implementação BIM, também será necessário identificar a interdependência entre eles. Por exemplo, se for escolhido e definido o caso de uso 'Projeto Autoral de Arquitetura', com a utilização de um *software* paramétrico de modelagem, será bastante fácil e conveniente também implementar o caso de uso "Coordenação Espacial 3D".

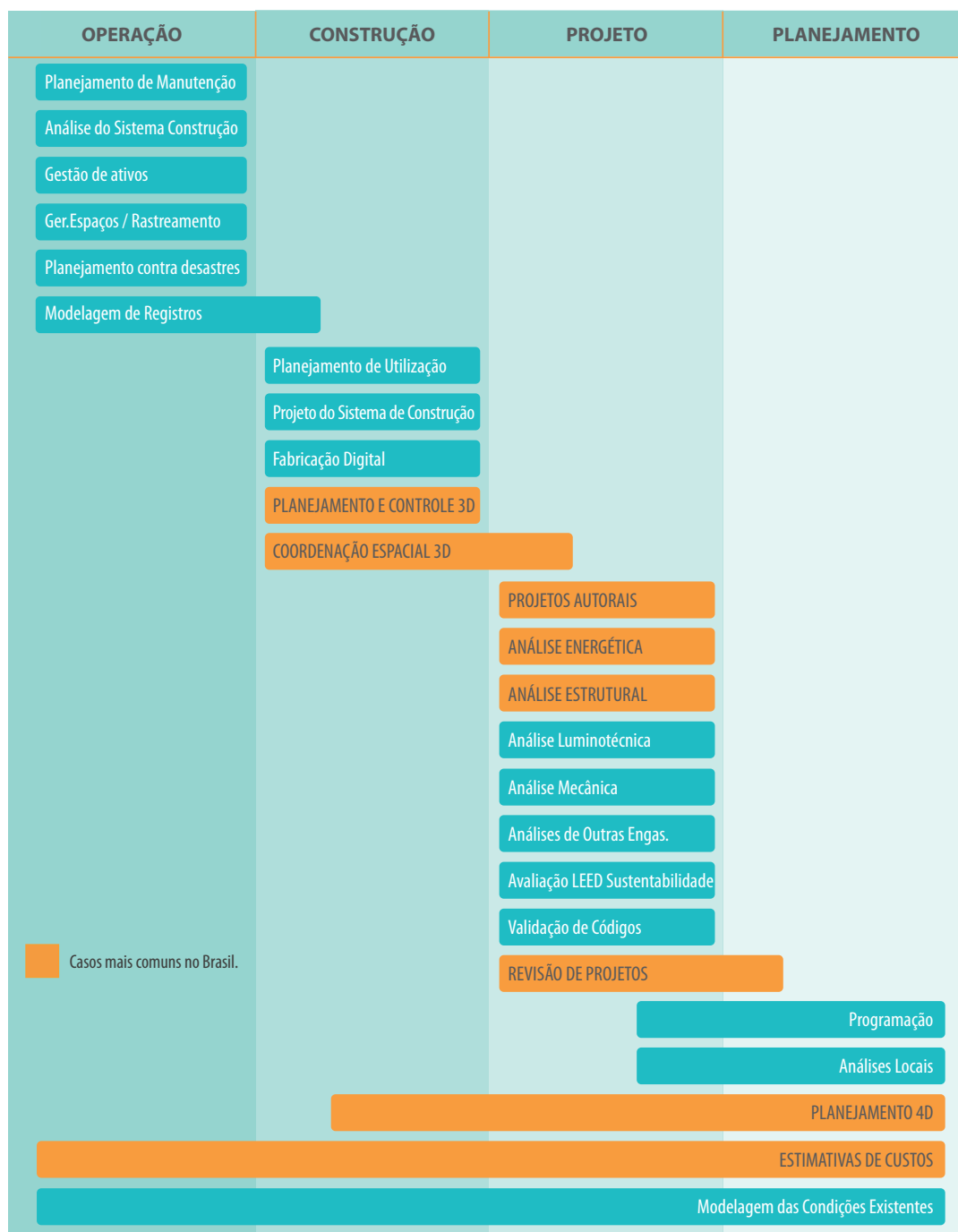


Figura 20: Os 25 casos de usos BIM mapeados pela PennState University, organizados em ordem cronológica reversa das macro-fases do ciclo de vida do empreendimento, com destaque para os casos mais comuns no Brasil

A figura abaixo exemplifica o tipo de documentação já realizado pela PennState University, para os 25 casos de usos listados na figura anterior.

ESTIMATIVAS DE CUSTOS
Descrição <i>Um processo no qual o modelo BIM pode fornecer um relatório de quantidades de elementos e componentes com razoável acurácia. A partir delas podem-se calcular estimativas de custos nas fases mais iniciais de um projeto, podendo ainda refletir os efeitos nos custos causados por adições com potencial para economizar tempo e dinheiro, evitando furos nos orçamentos. Esse processo também permite que os projetistas visualizem os efeitos das suas modificações em tempo hábil, e ajuda a restringir os furos orçamentários causados por modificações de projeto.</i>
Potenciais benefícios (melhorias no projeto ou nos processos) • Extrai precisos relatórios de quantidades de materiais e realiza revisões rapidamente quando necessário (revisões ou modificações) • Concorre para que os custos sejam mantidos dentro das restrições do orçamento, facilitando a realização de novas estimativas de custos com rapidez e precisão, durante a progressão do projeto. • Melhora a representação visual do projeto e dos componentes construtivos que precisam ser estimados: levantamento de quantidades e precificação. • Fornece informações sobre os custos ao proprietário durante as fases iniciais do projeto, apoiando os processos de especificação e tomadas de decisões. • Permite dirigir o foco para atividades de estimativas que realmente adicionam valor ao projeto, como a identificação de possíveis pré-montagens construtivas, a geração dos preços, e a identificação dos riscos. Já que o levantamento de quantidades é automático, isso é essencial para o desenvolvimento de estimativas de alta qualidade. • Possibilita a avaliação de diferentes opções de design e conceitos, dentro do mesmo orçamento definido pelo proprietário. • Libera tempo dos orçamentistas, possibilitando que eles foquem seus esforços em itens mais relevantes do trabalho de desenvolvimento de estimativas, já que as quantidades são obtidas automaticamente. • Permite a determinação dos custos de objetos específicos com rapidez e precisão.
Recursos necessários • Software que desenvolve estimativas baseadas em modelos 3D BIM • Software para o desenvolvimento de projetos 3D BIM • Base de dados de custos adequada para o uso com software 3D BIM (organizados por objetos)
Capacitações necessárias para a implementação › Capacidade de definir procedimentos de projeto de modelagem específicos que produzem a extração automática de quantidades de forma consistente e organizada em harmonia com as bases de dados de custos disponíveis. › Capacidade para identificar antecipadamente as quantidades do projeto com o adequado nível de detalhamento das informações e o estágio de progressão do projeto.
Fontes complementares de informação • Lee, H., Lee Kim, J. (2008). A cost-based interior design decision support system for large-scale housing projects, itcon Vol. 13, Pg. 20-38, http://www.itcon.org/2008/2. • Autodesk Revit. "BIM and Cost Estimating". Press release. Jan.2007. Autodesk. 11 Sept. 2008. http://imagens.autodesk.com/adsk/files/bim_cost_estimating_jan07_1_.pdf • Dean, R. P., and MacClendon, S. (2007). "Specifying and Cost Estimating with BIM" <i>ARCHI TECH.</i> Apr.2007. ARCH TECH, 13 Sept. 2008. http://www.architechmag.com/articles/detail.aspx?contentid=3624. • Khemiani, L. (2006). "Visual Estimating: Extending BIM to Construction." <i>AEC Bytes.</i> 21 Mar. 2006. 13. Sept. 2008. http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2006/visualestimating.html • Bucley, B. (2008). "BIM Cost Management" <i>California Construction.</i> June 2008. 13. Sept. 2008. • Manning, B.; Messner, J. (2008). Case studies in BIM implementation for programing of healthcare facilities. Itcon Vol. 13, Special Issue Case studies of BIM use. Pg. 246-257 http://www.itcon.org/2008/18

Figura 21: Tabela que compõe a documentação do caso de uso Estimativa de Custos, desenvolvida e publicada pela PennState University

Fluxograma do caso de uso 'Estimativa de custos', apresentado como um exemplo do tipo de documentação já realizado pela *PennState University*, para os 25 casos de usos BIM listados anteriormente.

NÍVEL 1: ESTIMATIVAS DE CUSTOS

NOME DO PROJETO:

INFORMAÇÕES DE REFERÊNCIA

RELATÓRIO
DE CUSTOS

MÉTODO
DE ANÁLISE

PROCESSO

INÍCIO DO
PROCESSO

ESTABELEÇER
METAS / ALVOS DE CUSTOS
EMPREENHEIRO

AJUSTAR BIM PARA
RETIRADA QUANTIDADES
EMPREENHEIRO

MODELO PRONTO
PARA ANÁLISE
DE CUSTOS?

EXPORTAR BIM
PARA ANÁLISE
EMPREENHEIRO

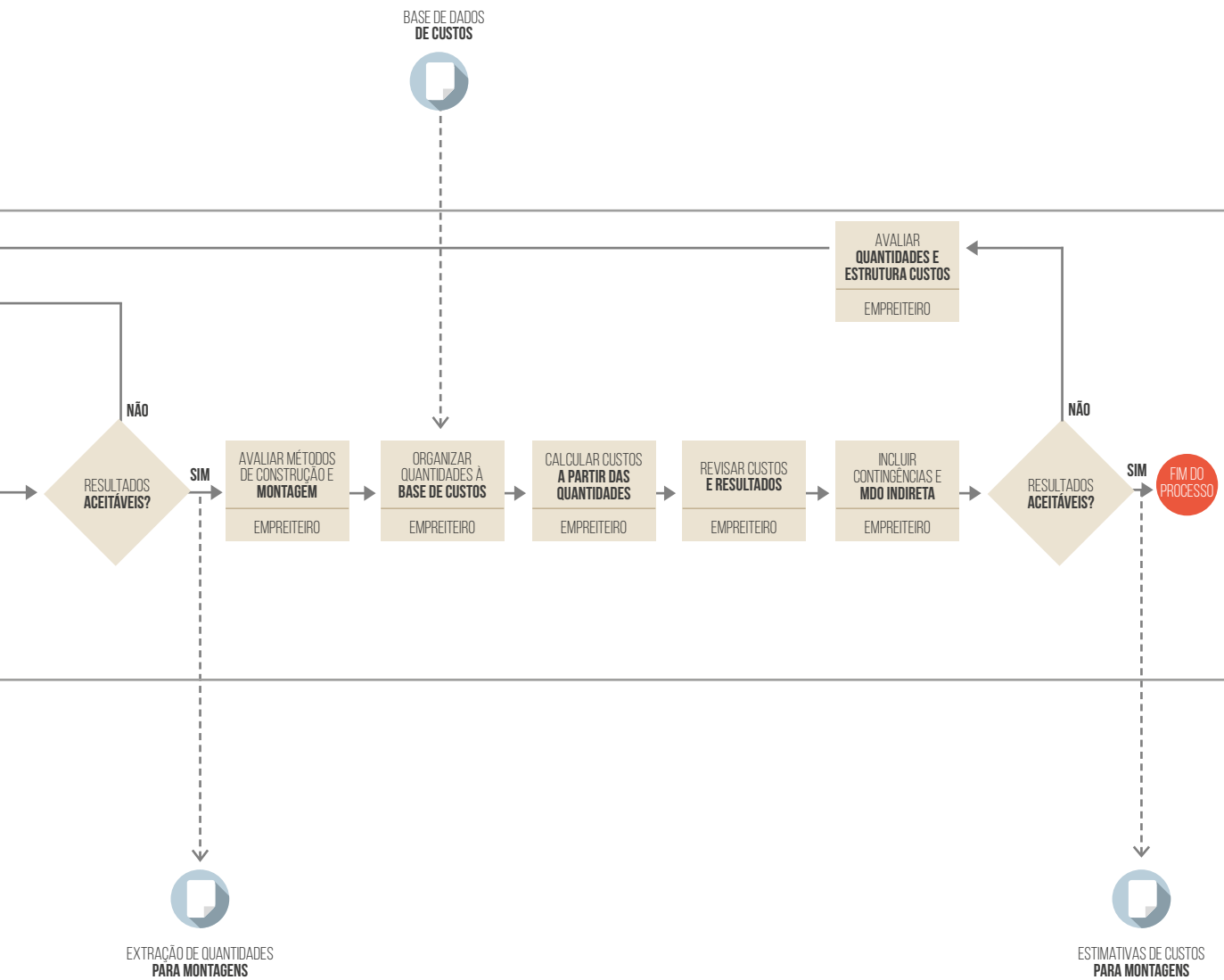
EXPORTAR BIM
PROGRAMAÇÃO DE
QUANTIDADES
EMPREENHEIRO

REVISAR
QUANTIDADES
EMPREENHEIRO

INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES

MODELO
3D BIM

Figura 22: Fluxograma que compõe a documentação do caso de uso Estimativa de Custos, desenvolvida e publicada pela *PennState University*



No *Volume 4*, os casos de usos BIM mais utilizados no Brasil serão apresentados e detalhados como parte integrante dos fluxos de trabalho mais tipicamente realizados no segmento de edificações, por incorporadoras e construtoras.

A próxima figura, também desenvolvida pela *PennState Univesity*, auxilia no processo de seleção e qualificação dos casos de usos BIM, para formatação de um projeto de implementação.

Uso BIM	Valor p/ o projeto			Parte Responsável	Valor p/ a Parte resp.			Classificação da capacitação			Recursos adicionais competências necessárias p/ implementação	Observações	Prosseguir com o uso		
	Alto-Médio-Baixo				Alto-Médio-Baixo			Escala de 1 a 3 (1 = Baixo)					SIM S	TALVEZ T	NÃO N
	Alto A	Médio M	Baixo B		Alto A	Médio M	Baixo B	Recursos	Competências	Experiência					
Modelagem de registros	A			Construtor		M		2	2	2	Requer software específico e treinamento		S		
				Gerente da Unidade	A			1	2	1	Requer software específico e treinamento				
				Designer		M		3	3	3					
Estimativas de custos		M		Construtor	A			2	1	1					N
Modelagem 4D				Construtor	A			3	2	2	Requer software específico e treinamento	Alto valor p/ proprietários porque resolve faseamento complexos	S		
										Requer hardware apropriado					
											Uso no faseamento da construção				
Coordenação Espacial 3D (na construção)	A			Construtor	A			3	3	3		Possível curva de aprendizado	S		
				Subcontratantes	A			1	3	3	Requer conversão p/ fabricação digital				
				Designer		M		2	3	3					
Análise de engenharia	A			Engos. Instalações	A			2	2	2				T	
				Arquiteto		M		2	2	2					
Revisões dos projetos		M		Arquiteto			B	1	2	1		Revisões realizadas diretamente no meio, não sendo necessário nenhum detalhamento adicional			N
Coordenação Espacial 3D (no PROJETO)	A			Arquiteto	A			2	2	2	Requer software para coordenação	Considerar contratação de um terceiro para facilitar a coordenação	S		
				Engos. Instalações		M		2	2	1					
				Engos. Estrutural	A			2	2	1					
Design de Autoria	A			Arquiteto	A			3	3	3			S		
				Engos. Instalações		M		3	3	3					
				Engos. Estrutural	A			3	3	3					
				Engo. Civil			B	2	2	1	Longa curva de aprendizado				

Figura 23: Tabela desenvolvida e publicada pela *PennState University* que auxilia no processo de seleção e qualificação dos casos de usos BIM para a formatação de um projeto de implementação

Os seguintes passos deverão ser efetuados para o preenchimento desta tabela:

1. **Identificação dos potenciais casos de usos BIM:** considerar a aderência de cada um deles aos objetivos já mapeados e definidos, tanto para a implementação BIM, como para o projeto-piloto.
2. **Identificação das partes responsáveis pelos casos de uso BIM:** a cada caso escolhido para ser implementado, identificar pelo menos um participante responsável. Considerar alguém da equipe que estará diretamente envolvido com o referido caso de uso, na hipótese de ele ser implementado, juntamente com outros potenciais participantes que poderão colaborar com a implementação. Liste primeiro os participantes principais.
3. **Avaliação das habilidades de cada participante em cada um dos casos de usos BIM identificados, de acordo com as seguintes categorias:**
 - › a. Recursos: alguns dos genéricos incluem pessoas (equipe BIM), *software*, treinamento, *hardware*, suporte.
 - › b. Competências: o participante responsável possui o *know-how* para implementar o caso de uso BIM com sucesso? Para avaliar a competência, a equipe deverá entender os detalhes de cada caso de uso e também a forma como ele será realizado no projeto específico.
 - › c. Experiência: o participante responsável já realizou anteriormente este mesmo caso de uso BIM? A experiência prévia é vital para o sucesso de uma implementação.
4. **Identificação de valores adicionais e riscos associados a cada caso de uso:** a equipe responsável pela implementação BIM deverá avaliar potenciais valores ganhos e também possíveis riscos adicionais para cada um dos casos de usos identificados e escolhidos para serem implementados.
5. **Decisão de implementação:** considerando as características específicas do empreendimento (tamanho, complexidade, objetivos, etc.), a equipe de projeto deverá analisar cada um dos casos e definir aqueles que deverão ser ou não implementados. É preciso avaliar custos e benefícios de implementação para cada caso.

2.2.5 – PROJETOS-PILOTO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM E SEUS OBJETIVOS

As boas práticas da implementação BIM recomendam o estabelecimento de um projeto-piloto, que deverá ser cuidadosamente estudado e escolhido para que bem represente os casos mais típicos e mais significativamente desenvolvidos pela empresa ou organização. Ou seja, o piloto não deverá ser nem muito complexo nem muito simples.

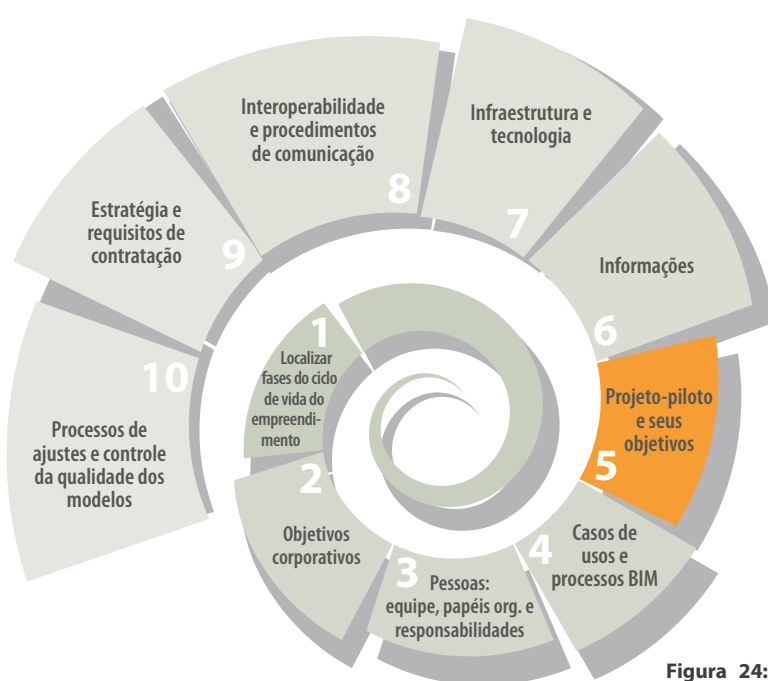


Figura 24: Quinto principal passo para um projeto de implementação BIM: definir projeto-piloto e seus correspondentes objetivos específicos

Os objetivos definidos para um projeto-piloto de implementação BIM podem ser diferentes dos objetivos da implementação como um todo, embora, obviamente, devam guardar coerência e complementaridade entre si. Em geral, os objetivos corporativos de uma implementação BIM são mais amplos, com a definição de uma maior quantidade de casos de usos que aqueles definidos como alvo para um primeiro projeto-piloto.

Para o projeto-piloto, além dos objetivos coordenados com as intenções estratégicas corporativas, deverão ser identificados os objetivos específicos relacionados ao aprendizado e à capacitação da equipe BIM responsável pela implementação. Também precisam ser definidos os objetivos específicos correspondentes aos casos de usos escolhidos para implementação e desenvolvimento nessa primeira iniciativa.

Mais uma vez, para facilitar o processo de comunicação e compreensão do leitor, será apresentada, como exemplo, a definição de alguns objetivos para possíveis projetos-piloto de implantações BIM em construtoras e incorporadoras. Os exemplos serão, obviamente, coordenados com os já citados na seção 2.2.2 *Definição dos objetivos corporativos para uma implementação BIM*.

Para a listagem das amostras de objetivos, tomou-se como pressuposto que o desenvolvimento dos **modelos BIM autorais** das diversas disciplinas (arquitetura, estruturas, instalações, etc.) seriam contratados e liderados por uma **incorporadora**. E, ainda, considerando o sequenciamento das fases de um ciclo mais 'normal' ou 'mais comumente' praticado no Brasil, que os modelos autorais já estariam prontos e coordenados (conflitos e interferências já resolvidos) no momento da definição e da contratação de uma **construtora**. Ou seja, o 'objeto' (edificação ou instalação) a ser construído já estaria definido, projetado e especificado.

Caberiam, então, à **construtora**, a decisão e a iniciativa de desenvolver, num momento posterior, outro **modelo BIM** específico para o estudo da **construção**, canteiro de obras, planejamento, fabricação e controle, obviamente, baseado nos modelos autorais já concluídos.

RAMO DA EMPRESA	EXEMPLOS DE OBJETIVOS PARA PROJETOS-PILOTO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM
 INCORPORADORA	OBJETIVOS COORDENADOS COM OBJETIVOS CORPORATIVOS • Reduzir 10% dos custos totais do lançamento e comercialização do projeto-piloto. • Reduzir 20% da quantidade de reclamações dos clientes finais compradores das unidades produzidas e comercializadas no projeto-piloto. • Reduzir 20% da quantidade de conflitos com contratados no projeto-piloto. • Aumentar a acurácia das estimativas iniciais de custos do projeto-piloto, reduzindo a margem de erro para uma média de 15%. • Aumentar a acurácia dos orçamentos executivos do projeto-piloto, reduzindo a margem de erro para uma média de 5%. • Aumentar a acurácia do planejamento da entrega do projeto-piloto, reduzindo a margem de erro para cerca de 1 mês. • Contribuir para incrementar a percepção de confiabilidade e qualidade da empresa e dos produtos construídos (pesquisas específicas).
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS PARA O PROJETO-PILOTO • Definir, ajustar e documentar diretrizes de modelagem para o desenvolvimento de estimativas iniciais de custos, baseadas em modelos Macro BIM, para estudo de custos de alternativas de projeto, de especificações e de soluções construtivas do projeto-piloto. • Definir, ajustar e documentar diretrizes de modelagem para o desenvolvimento dos modelos BIM autorais para as disciplinas de arquitetura, estruturas (inclusive fundações), instalações hidráulicas e instalações elétricas do projeto-piloto. • Definir, ajustar e documentar processo para coordenação dos projetos multidisciplinares, eliminando interferências entre subsistemas construtivos. • Definir, ajustar e documentar processo de validação de modelos, análises de conformidade com códigos de construções e obras. • Definir, ajustar e documentar processo de extração de quantidades dos modelos BIM autorais do projeto-piloto. • Definir, ajustar e documentar o processo de desenvolvimento de estimativas de custos e orçamentos do objeto a ser construído (edificação ou instalação) no projeto-piloto, baseados em quantidades extraídas de modelos autorais BIM. • Desenvolver competências e capacitar a equipe interna na realização de processos BIM. • Desenvolver competências e capacitar prestadores de serviços na realização de processos BIM.

Figura 25: Exemplos de objetivos específicos para um projeto-piloto de implementação BIM numa Incorporadora, coordenados com os objetivos corporativos

Embora existam sobreposições de papéis e interesses entre incorporadoras e construtoras, nas fases mais iniciais do ciclo de vida de um empreendimento, durante os trabalhos para a definição do objeto que será construído (uma edificação ou instalação) a tarefa de analisar e testar alternativas das especificações técnicas e soluções construtivas costuma ser liderada exclusivamente pelas incorporadoras. No entanto, numa situação ideal, deveria envolver também a participação ativa de uma construtora, se possível, daquela que estaria apontada para executar o empreendimento. Isso porque – em geral – as construtoras detêm um conhecimento mais detalhado e mais atualizado sobre materiais e fornecedores e seu envolvimento também garantiria a consistência na definição dos processos e métodos construtivos que seriam efetivamente utilizados na fase de construção do empreendimento estudado.

RAMO DA EMPRESA	EXEMPLOS DE OBJETIVOS PARA PROJETOS-PILOTO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM
 CONSTRUTORA	OBJETIVOS COORDENADOS COM OBJETIVOS CORPORATIVOS • Reduzir 10% dos custos totais de construção do projeto-piloto. • Reduzir 20% da geração total de resíduos sólidos do projeto-piloto. • Reduzir 20% da quantidade de conflitos com o contratante / investidor / proprietário / incorporador do projeto-piloto. • Reduzir 15% dos gastos com serviços e consertos realizados no pós-obra do projeto-piloto (período de garantia da construção). • Reduzir 20% da quantidade de conflitos com subcontratados no projeto-piloto. • Aumentar a acurácia das estimativas iniciais de custos do projeto-piloto, reduzindo a margem de erro para média de 15%. • Aumentar a acurácia dos orçamentos executivos do projeto-piloto, reduzindo a margem de erro para média de 5%. • Aumentar a acurácia do planejamento da entrega do projeto-piloto, reduzindo a margem de erro para cerca de 1 mês. • Reduzir os períodos de paralisação das obras do projeto-piloto, definindo como período máximo admissível 5% (acumulado) do prazo total contratado. • Contribuir para incrementar a percepção de confiabilidade e da qualidade da empresa e dos produtos construídos (pesquisas específicas).
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS PARA O PROJETO-PILOTO • Definir, ajustar e documentar diretrizes de modelagem para as disciplinas de arquitetura, estruturas (inclusive fundações), instalações hidráulicas e instalações elétricas – para o desenvolvimento de modelos BIM específicos para construção, canteiro de obras, fabricação, montagem e controles. • Definir, ajustar e documentar processo de extração de quantidades dos modelos BIM desenvolvidos especificamente para construção, para que reflitam as soluções, fases e métodos construtivos utilizados (incluindo o ajuste dos critérios de extração dos softwares utilizados). • Definir, ajustar e documentar o processo de desenvolvimento de estimativas de custos e orçamentos específicos da construção, baseados em quantidades extraídas de modelos BIM. • Definir, ajustar e documentar processo de planejamento 4D, baseado em modelo BIM específico de construção, incluindo estudo das fases do canteiro de obras, uso de equipamentos (gruas, bandejas de proteção, etc.). • Definir, ajustar e documentar processo de controle 3D da construção, baseado em modelos BIM específicos (controle da progressão da construção, de serviços subcontratados, da qualidade dos serviços executados, dentre outros). • Desenvolver competências e capacitar a equipe interna na realização de processos BIM. • Desenvolver competências e capacitar prestadores de serviços na realização de processos BIM.

Figura 26: Exemplos de objetivos específicos para um projeto-piloto de implementação BIM numa construtora, coordenados com os objetivos corporativos.

CONTROLE E GERENCIAMENTO DO PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM



Uma vez definidos os projetos-piloto e seus objetivos específicos, o momento torna-se adequado para o desenvolvimento de alguns documentos e processos previstos na fase 'Planejamento' e incluídos nas disciplinas de Integração, Escopo e Tempo, de acordo com as técnicas de gestão de projetos do PMI.

- Plano de gerenciamento do projeto
- Lista de requisitos do projeto
- Definição do escopo
- Definição da EAP
- Definição das atividades
- Sequenciamento das atividades
- Estimativa de recursos por atividades
- Estimativa da duração das atividades
- Cronograma

FASES →	Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
Disciplina ↓					
Integração	Termo de abertura projeto	Plano de gerenciamento do projeto	Gerenciamento da execução do projeto	Monitoramento e controle dos trabalhos Controle integrado das mudanças	Encerramento de projeto ou fase
Escopo		Lista de requisitos do projeto Definição do escopo Definição da Estrutura Analítica do Projeto (EAP)		Verificação do escopo Controle do escopo	
Tempo		Definição das atividades Sequenciamento das atividades Estimativa de recursos por atividades Estimativa da duração das atividades Cronograma		Controle da progressão e cronograma	
Custo		Estimativa de custos Aprovação do orçamento do projeto		Controle dos custos	
Qualidade		Definição dos níveis de qualidade do projeto	Verificação e garantia da qualidade	Controle da qualidade	
Pessoas		Plano de recursos humanos	Contratação da equipe de projeto Desenvolvimento da equipe Gerenciamento da equipe		
Comunicação	Identificar partes interessadas	Planejamento das comunicações	Distribuição de informações Gerenciamento das expectativas	Relatório de desempenho	
Risco		Planejamento do gerenciamento de riscos Identificação de riscos Análise qualitativa de risco Análise quantitativa de riscos Planejamento de respostas para riscos		Monitoramento e controle de riscos	
Aquisição		Planejamento de aquisições	Realização das aquisições e contratações	Administração das aquisições e contratações	Encerramento de aquisições e contratos

Figura 27: Processos da gestão de projetos recomendados para realização nesta etapa, de acordo com o PMI

2.2.6 – INFORMAÇÕES CRÍTICAS PARA IMPLEMENTAÇÃO

Neste roteiro foram incluídas apenas descrições sucintas das informações críticas para a implementação dos processos BIM. Detalhamento e exemplos desse conteúdo específico serão abordados no *Volume 4 – Fluxos de trabalho BIM*.

Uma vez que já tenham sido definidos e escolhidos os casos de usos BIM e os correspondentes processos que serão revistos e implantados, a equipe de projeto deverá mapear as principais informações necessárias para a realização de cada um dos processos.

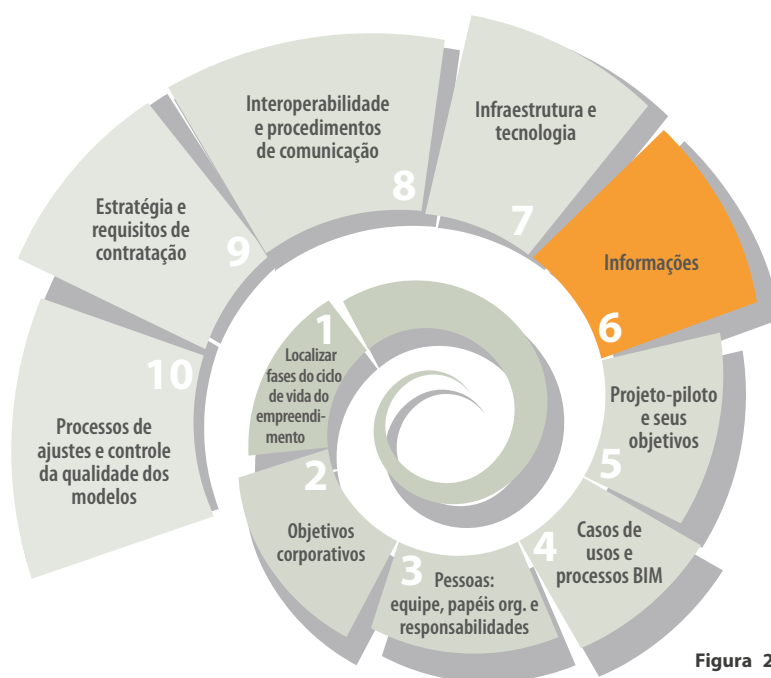


Figura 28: Sexto principal passo para um projeto de implementação BIM: identificar informações críticas

As informações trocadas durante a realização de processos BIM poderão ser apenas internas e relacionadas ao desenvolvimento de um caso de uso específico, ou compartilhadas por diferentes processos e por diferentes participantes.

É fundamental que todos os envolvidos num projeto de desenvolvimento BIM, particularmente os autores e receptores de cada transação de troca de informações, entendam com clareza qual o conteúdo que está sendo enviado e recebido. Como regra geral, deve-se considerar que todas as informações, que irão passar de um participante para outro, deverão ser mapeadas e documentadas.

As boas práticas indicam que a equipe responsável pela implementação BIM deverá desenvolver uma planilha para consolidar todas as principais informações que serão trocadas, definindo seus correspondentes autores e receptores para cada um dos casos de usos BIM que serão realizados.

A seguir, apresentamos um exemplo de uma planilha desenvolvida pela *PennState University*, para a consolidação das principais informações que deverão ser trocadas para a realização de alguns casos de usos BIM.

PLANILHA DE TROCA DE INFORMAÇÕES:

Nível	Informações	Sigla	Parte Responsável
A	Tamanho e localização precisos, incluindo materiais e objetos paramétricos	ARQ	Arquiteto
B	Tamanho e localização genéricos, incluindo dados paramétricos	CON	Construtor
C	Tamanho e localização esquemáticos	EC	Engenheiro Civil
		GM	Gerente de Manutenção
		EI	Engenheiro de instalação
		EE	Engenheiro de Estruturas
		GC	Gerente de Compras

PS = Projeto Esquemático
AP = Anteprojeto
PE = Projeto Executivo
CO = Construção

Nome da troca de informação			Modelagem de Registro			Planejamento 4D			Coordenação Espacial 3D			Projeto Autoral		
Fase da Troca (PE, AP, PE, CO)			CO			PE			PE			PE		
Receptor do Modelo			GM			CON			CON, GC			Todos		
Formato de Arquivo Recebido														
Aplicativo e versão														
Estrutura de divisão do modelo			Info.	Parte Resp.	Informação Adicional	Info.	Parte Resp.	Informação Adicional	Info.	Parte Resp.	Informação Adicional	Info.	Parte Resp.	Informação Adicional
A	INFRAESTRUTURA													
	Fundações													
		Estacas padronizadas												
		Estacas especiais												
		Laje radier												
	Vigas Baldrame													
		Escavação de vigas baldrame												
		Vigas baldrame												
B	FECHAMENTOS													
	Superestrutura													
		Lajes do pavimentos												
		Laje de cobertura												
	Fachadas													
		Paredes externas												
		Janelas externas												
		Portas externas												
	Cobertura													
		Telhamento												
		Aberturas na cobertura												
C	INTERIOR													
	Construção internas													
		Divisórias internas												
		Portas internas												
		Lajes radier												
	Escadas													
		Construção de escadas												

Figura 29: Ilustração demonstrando exemplo de consolidação de informações que deverão ser trocadas, para os casos de usos BIM que serão implantados, com a identificação dos correspondentes autores e receptores

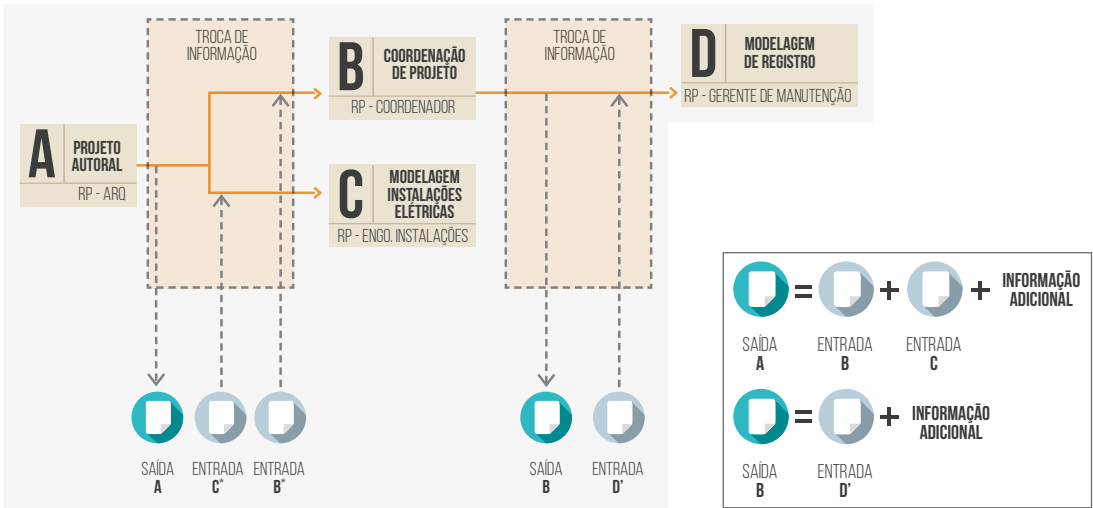


Figura 30: Exemplo de esquema de fluxo de troca de informações, com a identificação de diferentes casos de usos, bem como dos seus correspondentes autores e receptores

2.2.7 – INFRAESTRUTURA E TECNOLOGIA (INCLUSIVE *HARDWARE* E *SOFTWARE*)

Neste roteiro foram incluídas apenas descrições sucintas sobre os *softwares* necessários para a implementação dos processos BIM. Detalhamento e exemplos desse conteúdo específico serão abordados no *Volume 3 – Colaboração e integração BIM*.

A definição do *hardware* e do *software* que serão utilizados é um dos passos mais fundamentalmente relacionados ao sucesso ou fracasso de uma implementação BIM. Há que se reconhecer que existem muito ruído e conflito de informações no Brasil, que estão diretamente relacionados a esse aspecto, especificamente.

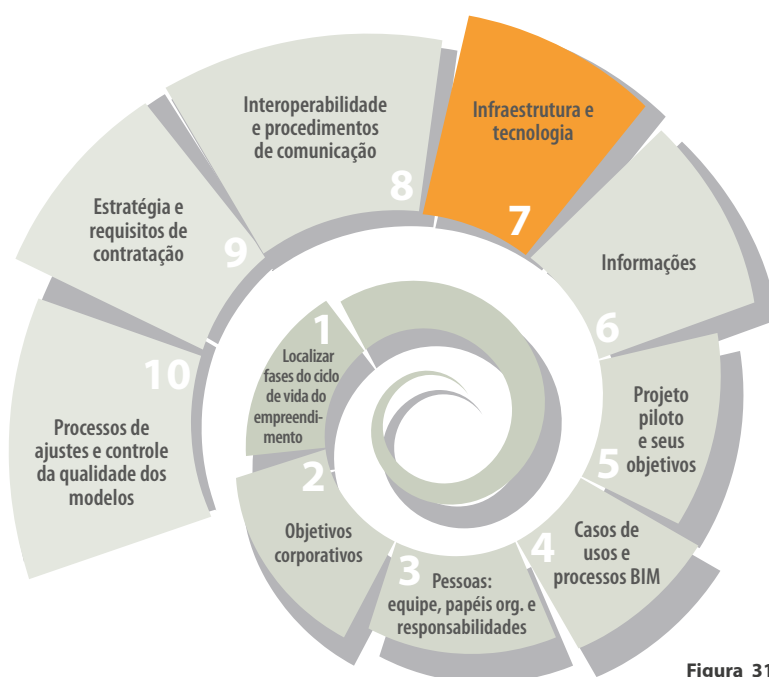


Figura 31: Sétimo principal passo para um projeto de implementação BIM: definir infraestrutura e tecnologia, inclusive *hardware* e *software*

A especificação da infraestrutura e da tecnologia que será necessária para a realização dos processos BIM só poderá ser feita após a identificação dos casos de usos que serão desenvolvidos, com seus correspondentes entregáveis.

As informações podem variar de acordo com as especificidades de cada projeto de implementação, mas o objetivo principal aqui é iniciar a discussão e endereçar áreas de conteúdos e decisões que deverão ser tomadas pela equipe responsável na implementação do projeto.

SOFTWARE

É preciso que a equipe responsável defina a plataforma tecnológica para a realização dos casos de usos BIM escolhidos para os projetos-piloto e, inclusive, a versão dos *softwares* que serão utilizados (*releases*). Essa definição e o alinhamento sobre a plataforma de *software* deverão acontecer o mais breve possível, para viabilizar testes de interoperabilidade. Em alguns casos, pode ser necessário buscar alternativas para a exportação ou a importação de arquivos (através de testes de aplicativos específicos para importação e exportação de arquivos de diferentes *softwares*).

As boas práticas também evidenciam a conveniência de se definirem os formatos dos arquivos que serão utilizados nas transferências de informações. Recomenda-se, ainda, que seja estabelecida, desde o início do projeto de implementação, uma estratégia para as eventuais mudanças e também para as atualizações das plataformas e versões dos *softwares*. Isso evita conflitos e reclamações entre os participantes do projeto, caso algum modelo fique obsoleto e não seja mais interoperável, em razão da incompatibilidade de versão.

Os *softwares* necessários para a realização dos fluxos BIM mais comumente realizados em incorporadoras e construtoras serão mais bem detalhados no *Volume 3*, entretanto, alguns conceitos principais precisam ser compreendidos já nesse momento.

Considere o cenário de uso ilustrado e exemplificado na figura a seguir:

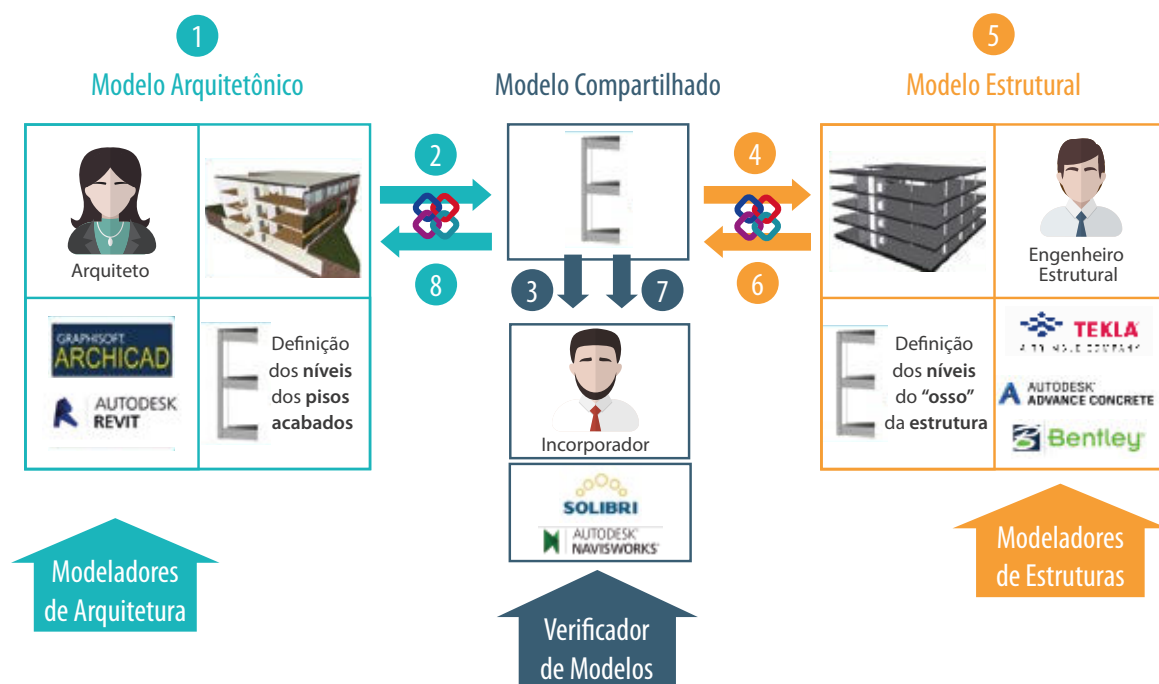


Figura 32: Desenvolvimento de uma edificação nova, com destaque apenas para três principais participantes do processo: incorporador, arquiteto e engenheiro estrutural

No cenário de uso exemplificado pela ilustração, um incorporador, desejando construir uma edificação nova (um novo lançamento), teria contratado uma arquiteta para desenvolver os primeiros estudos desse empreendimento. No momento do contrato, o incorporador precisa entregar o ‘programa’ de requisitos do empreendimento, que seria a listagem das principais características desejadas para a construção que pretende lançar, como, por exemplo, edifício residencial, de múltiplos pavimentos, com padrão de acabamento alto, com piso de granito natural em placas de 2cm de espessura, assentado com argamassa mista de cimento e areia (1cm) nas áreas comuns, construído num terreno de praia (na frente do mar)⁴.

Pela ordem na ilustração, temos o seguinte:

Número 1: *Desenvolvimento do modelo autoral BIM de arquitetura*

A arquiteta, de acordo com o programa de requisitos do projeto ditado pelo incorporador, desenvolveria um modelo arquitetônico, utilizando, para isso, um *software* para modelagem de arquitetura que fosse da sua preferência (para o desenvolvimento de projetos autorais). No mercado brasileiro, os *softwares* mais comumente utilizados nesse processo são o Autodesk Revit Architecture, o Graphisoft Archicad, o VectorWorks da Nemetschek e o AECOsim da Bentley. Seguindo as premissas recebidas, então, a arquiteta desenvolveria o modelo de arquitetura do prédio residencial, definindo os níveis acabados de cada uma das lajes, considerando que o piso seria de granito com 2cm de espessura, assentado com 1cm de argamassa, nas áreas comuns.

Número 2: *Disponibilização para análise e verificação do modelo arquitetônico*

Quando o desenvolvimento do modelo arquitetônico BIM alcançasse um bom nível de consistência e maturação, a arquiteta poderia disponibilizá-lo para que o incorporador avaliasse o trabalho desenvolvido, solicitando a sua aprovação (observar o sentido da seta na figura).

Número 3: *Visualização do modelo arquitetônico:*

Lembrando que estamos descrevendo um cenário de uso BIM, o incorporador poderia, então, utilizando um *software* específico para esta tarefa, acessar o modelo desenvolvido pela arquiteta e fazer uma análise detalhada do modelo BIM, verificando se foram cumpridos todos os requisitos e premissas encomendados. Caso precise ou deseje fazer alguma alteração, o incorporador fará um contato ou uma reunião com a arquiteta, e endereçará a ela as suas necessidades (observar o sentido da seta na figura, na qual o incorporador somente recebe – ou acessa – as informações do modelo BIM disponibilizado pela arquiteta).

O ponto importante a observar aqui é que não será o incorporador quem realizará os ajustes no modelo arquitetônico, e sim a arquiteta, que é a autora do modelo e, portanto, a responsável por ele. Atentando especificamente para a questão dos *softwares*, não é necessário que o incorporador adquira modelos autorais de arquitetura (como necessita a arquiteta), mas apenas *softwares* verificadores de modelos, como, por exemplo, o Autodesk Navisworks ou o Solibri, entre outros. Alguns são, inclusive, gratuitos. Mas esse assunto será mais bem detalhado em futuros capítulos.

Número 4: *Disponibilização do modelo arquitetônico para o engenheiro estrutural*

Quando o modelo arquitetônico atingir um determinado nível mínimo de desenvolvimento (pela arquiteta) e de aprovação (pelo incorporador), um terceiro agente iniciará a sua participação no processo. No exemplo da figura, a seta identificada com o número 4 mostra um engenheiro estrutural acessando o modelo de arquitetura, que utilizará como base e referência para o desenvolvimento do seu trabalho, e que vai gerar um modelo autoral de estruturas.

Número 5: *Desenvolvimento do modelo autoral BIM de estruturas*

A tarefa do engenheiro estrutural será, obviamente, de desenvolver um modelo autoral BIM de estruturas. Para isso, ele utilizará um *software* BIM específico que seja da sua preferência e conveniência, como, por exemplo, Revit Structures (Autodesk), Tekla Structures (Trimble), uma solução específica da Bentley, o SCIA da Nemetschek, ou o TQS. Existem *softwares* mais especializados em modelagem geral das estruturas, outros mais específicos para a realização de análises, dimensionamentos e simulações, outros ainda mais indicados para o detalhamento e a documentação, que são atividades muito trabalhosas, sujeitas a erros e que consomem muito tempo nos escritórios especializados em estruturas.

⁴ Quanto mais detalhado o programa de necessidades e requisitos, maiores as chances de que o projeto seja concebido e especificado de maneira coerente – no exemplo, a informação de que o edifício será construído na frente do mar será considerada no detalhamento e na especificação dos acabamentos (proteção dos metais contra ataque da maresia) e também nas soluções utilizadas para as fundações.

A informação sobre o piso em granito 2cm assentado com argamassa foi propositalmente inserida nesse exemplo a fim de enriquecer o entendimento, então, caberá ao engenheiro estrutural a definição dos níveis brutos da estrutura (também conhecido como nível do ‘osso’ da estrutura). Para que os modelos sejam coerentes, o engenheiro estrutural definirá as dimensões máximas dos componentes estruturais, combinando as informações dos níveis acabados definidos pelo modelo arquitetônico, com as especificações da espessura do piso e do processo de instalação informado (assentado com uma camada de 1cm de argamassa).

Número 6: *Disponibilização do modelo estrutural para análise e coordenação*

Quando o modelo estrutural alcançar um bom nível de desenvolvimento e maturação, o engenheiro estrutural poderá também disponibilizá-lo para análise e consulta dos demais participantes. Ou, mais especificamente, para a realização do processo de coordenação do projeto, identificação de interferências e conflitos, análises e propostas de soluções. Vale lembrar que muitas soluções BIM realizam, automaticamente, várias verificações, inclusive classificando as interferências encontradas em leves, médias e críticas, seguindo critérios previamente programados.

Número 7: *Visualização do modelo estrutural pelo incorporador*

Após o desenvolvimento do modelo autoral BIM de estruturas e sua disponibilização, realizados pelo engenheiro estrutural, o incorporador poderá acessar o modelo e realizar verificações ou poderá também realizar o processo de coordenação espacial 3D – utilizando, mais uma vez, *softwares* de verificação de modelos BIM.

Número 8: *Visualização do modelo estrutural pela arquiteta*

Após o desenvolvimento do modelo estrutural e sua disponibilização pelo engenheiro estrutural, a arquiteta poderá acessar o modelo e realizar verificações ou o processo de coordenação espacial 3D.

A ilustração, mesmo tendo uma visão genérica, deixa subentendido que a coordenação dos projetos (análise e solução de interferências) estaria sob a responsabilidade da arquiteta (seta 8) ou da equipe interna da incorporadora (seta 7). No entanto, o comando poderia também ser exercido por outro agente especificamente contratado para tal.

Em quaisquer um dos casos mencionados no parágrafo anterior, não caberá, em nenhuma hipótese, ao participante incumbido pelas análises e pela coordenação dos projetos, a realização de alterações no projeto estrutural, por exemplo, principalmente por causa das responsabilidades envolvidas no desenvolvimento do modelo autoral de estruturas. Ou seja, eventuais alterações que se façam necessárias num modelo estrutural deverão ser endereçadas e solicitadas ao engenheiro estrutural, que é o responsável técnico pela solução estrutural.

Quanto aos *softwares*, necessário reforçar, somente o engenheiro estrutural precisará adquirir e utilizar as soluções para o desenvolvimento de modelos autorais BIM de estruturas, porque somente ele poderá ‘editar’ ou ‘modificar’ o modelo autoral. As partes responsáveis pela coordenação precisarão apenas acessar as informações do modelo estrutural para realizar as análises e verificações cabíveis, e então listar e endereçar suas solicitações de ajustes.

Com intuito de simplificar a ilustração, não foram incluídos outros participantes, como, por exemplo, os engenheiros responsáveis pelos projetos autorais das instalações elétricas, hidrossanitárias e de ar condicionado. Mas o processo realizado por essas e demais disciplinas prosseguiria de maneira semelhante à entrada e ao envolvimento do engenheiro estrutural no fluxo de trabalho apresentado.

O exemplo ilustrado e descrito até aqui já permite identificar alguns intercâmbios de informações que serão inevitavelmente necessários para a realização de um fluxo de trabalho BIM.

Além das informações mínimas que serão passadas de um participante a outro (ou a outros), questões específicas relacionadas à exportação de arquivos gerados por uma tecnologia, que precisarão ser importados em *softwares* de outras tecnologias, terão que ser analisadas e resolvidas pela equipe de projeto. Isso é o que se chama de ‘interoperabilidade’.

Esse assunto será detalhado e exemplificado no *Volume 3 – Colaboração e integração BIM*.

HARDWARE

A definição das especificações mínimas quanto ao *hardware* que será utilizado na implementação BIM é importante para garantir a eficiência das trocas das informações entre as várias disciplinas e empresas envolvidas no desenvolvimento.

Dentre outros aspectos, deve-se garantir que o *hardware* utilizado em fases mais a jusante do ciclo de desenvolvimento de um projeto baseado em BIM não seja de padrão e capacidade inferior ao utilizado em fases antecessoras, nas quais as informações foram criadas. Na escolha da sua especificação, deve-se considerar quais os casos de usos BIM que precisarão ser realizados, e identificar, dentre todos, aqueles que exigirão maior capacidade de processamento dos equipamentos.

O ajuste e o dimensionamento do *hardware* para atender a aplicação mais exigente deverão garantir bom desempenho da realização de todos os demais casos de usos escolhidos para implementação. Então, não se pode deixar de considerar que a subespecificação do *hardware* pode causar queda de produtividade, aumento dos prazos, frustrações e custos adicionais decorrentes.

CONTEÚDOS PARA MODELAGEM E INFORMAÇÕES REFERENCIAIS

As informações que irão servir como referência, tais como bibliotecas de objetos BIM, bancos de dados, *templates*, etc., também precisarão ser definidas pela equipe de projeto. Convém que esses conteúdos sejam disponibilizados o mais cedo possível, para garantir que todos os envolvidos utilizem dados, objetos e informações padronizadas e consistentes.

CONTROLE E GERENCIAMENTO DO PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM



Uma vez definidas a infraestrutura e a tecnologia necessárias para a implementação BIM, seria momento oportuno para o desenvolvimento de alguns documentos e processos previstos na fase 'planejamento' incluídos nas disciplinas de Custo, Risco e Aquisição, conforme a gestão de projetos do PMI. Seriam eles:

- Estimativas de custos
- Aprovação do orçamento do projeto
- Planejamento do gerenciamento de riscos
- Identificação dos riscos
- Análise quantitativa de riscos
- Planejamento de respostas para riscos
- Planejamento de aquisições

FASES →	Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
Disciplina ↓					
Integração	Termo de abertura do projeto	Plano de gerenciamento do projeto	Gerenciamento da execução do projeto	Monitoramento e controle dos trabalhos Controle integrado das mudanças	Encerramento de projeto ou fase
Escopo		Lista de requisitos do projeto Definição do escopo Definição da Estrutura Analítica do Projeto (EAP)		Verificação do escopo Controle do escopo	
Tempo		Definição das atividades Sequenciamento das atividades Estimativa de recursos por atividades Estimativa da duração das atividades Cronograma		Controle da progressão e cronograma	
Custo		Estimativa de custos Aprovação do orçamento do projeto		Controle dos custos	
Qualidade		Definição dos níveis de qualidade do projeto	Verificação e garantia da qualidade	Controle da qualidade	
Pessoas		Plano de recursos humanos	Contratação da equipe de projeto Desenvolvimento da equipe Gerenciamento da equipe		
Comunicação	Identificar partes interessadas	Planejamento das comunicações	Distribuição de informações Gerenciamento das expectativas	Relatório de desempenho	
Risco		Planejamento do gerenciamento de riscos Identificação de riscos Análise qualitativa de riscos Análise quantitativa de riscos Planejamento de respostas para riscos		Monitoramento e controle de riscos	
Aquisição		Planejamento de aquisições	Realização das aquisições e contratações	Administração das aquisições e contratações	Encerramento de aquisições e contratos

Figura 33: Processos da gestão de projetos recomendados para realização nesta etapa, de acordo com o PMI

2.2.8 – INTEROPERABILIDADE E PROCEDIMENTOS DE COMUNICAÇÃO

Neste roteiro foram incluídas apenas descrições sucintas sobre a interoperabilidade nos processos BIM. O detalhamento desse conteúdo específico será realizado no *Volume 3 – Colaboração e integração BIM*.

A equipe responsável pela implementação BIM deverá definir e planejar os principais intercâmbios de informações entre os diversos envolvidos, durante o desenvolvimento do projeto.

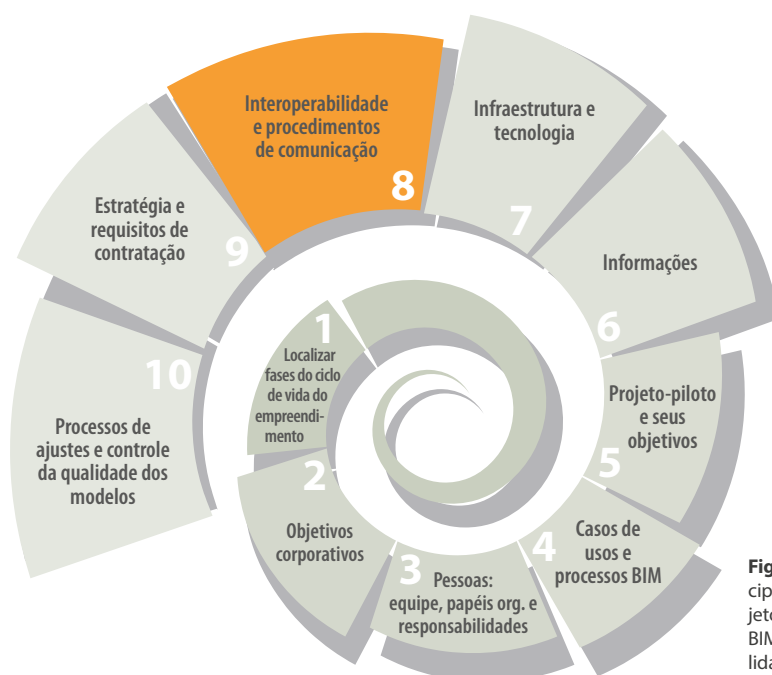


Figura 34: Oitavo principal passo para um projeto de implementação BIM: definir interoperabilidade e procedimentos de comunicação

Para a definição dos intercâmbios de informações, a equipe de projeto deverá, inicialmente, levantar as informações que serão necessárias para a realização de cada um dos casos de usos BIM a serem implementados (sexto passo, descrito anteriormente). São justamente os intercâmbios de informações que alteram os elementos de um modelo BIM, na medida em que as soluções de cada uma das diferentes disciplinas (arquitetura, estruturas, instalações, etc.) vai sendo desenvolvida e coordenada. A proporção ocorre também conforme evolução e aprofundamento dos níveis de detalhamento e do amadurecimento dos atributos mais particularmente relevantes para o projeto.

Os modelos BIM desenvolvidos para viabilizar a construção de um empreendimento não precisarão incluir todos os componentes necessários para a sua execução, mas são fundamentais para garantir que o trabalho seja realizado de maneira harmônica, que sejam definidos os objetos e os entregáveis específicos de cada uma das disciplinas, como forma de garantir a maximização do seu valor e limitar a modelagem de minúcias desnecessárias.

Para que haja um bom fluxo de informações ao longo de todo o desenvolvimento do projeto, primeiramente é necessário que se definam quais componentes e informações serão necessários à realização de cada um dos casos de usos BIM que serão implementados. Vale lembrar que o exagero no nível de detalhamento e

a inclusão de elementos desnecessários nos modelos provocam queda de rendimento, e podem comprometer o ritmo dos trabalhos.

Como regra geral, pode-se considerar que, caso as informações necessárias para um determinado processo BIM não tenham sido criadas numa fase anterior por um dos agentes envolvidos, elas terão de ser estabelecidas pelo agente responsável do processo em questão. Portanto, cabe à equipe responsável pela implementação do projeto decidir sobre quem deverá criar informações (modelagens e especificações autorais) e quando elas precisarão ser incorporadas aos modelos BIM e compartilhadas.

O mapeamento dos processos BIM possibilita a definição clara dos intercâmbios de informações entre os participantes de um projeto. É fundamental que autor e receptor de cada uma dessas transações compreendam com clareza os seus significados e conteúdos.

O procedimento para o desenvolvimento dos requisitos de intercâmbio de informações inclui os seguintes passos:

1. Identificação de cada potencial troca de informação no mapeamento dos processos

Deverão ser identificadas e definidas as informações que são compartilhadas entre dois agentes participantes do desenvolvimento de um projeto. Um só caso de uso BIM pode exigir muitas trocas de informações. Entretanto, para simplificar o processo, basta a documentação de um único intercâmbio para cada um dos diferentes casos de usos que serão implementados.

Recomenda-se que a documentação do projeto de implementação BIM estabeleça, previamente, as datas de conclusão e disponibilização de cada um dos entregáveis BIM planejados, para que todos os envolvidos no desenvolvimento possam ajustar o detalhamento dos seus próprios planejamentos.

2. Definição da estrutura de divisão para o projeto

Logo após a definição dos intercâmbios de informações, a equipe responsável pela implementação BIM deverá estabelecer uma estrutura para a divisão do projeto. Um dos formatos de divisão recomendados é o CSI Uniformat⁵. A Norma ABNT NBR-15965, embora ainda não tenha sido totalmente publicada, também pode ser considerada como uma das opções para a definição da estrutura de divisão.

3. Identificar os requisitos para intercâmbio de informações de cada uma das trocas (entradas e saídas)

Deverão ser documentadas no projeto de implementação BIM, minimamente, as seguintes informações:

- **a. Receptores de modelos BIM:** O processo colaborativo de desenvolvimento de casos de usos BIM sempre define agentes ou empresas e, em última instância, ‘pessoas’ que, em determinados momentos, receberão um modelo BIM. Recomenda-se que sejam identificados todos os membros da equipe de desenvolvimento que serão ‘receptores de modelos BIM’, ou seja, que receberão informações para a realização de futuros casos de usos BIM. É importante que essas pessoas se responsabilizem pelo preenchimento das ‘entradas’, nos formulários (ou planilhas) que documentam intercâmbios de informações. As ‘saídas’ dos intercâmbios não designarão um ‘receptor dos modelos’ e deverão ser preenchidas pelas equipes do projeto, começando pelo arquiteto.
- **b. Tipo de arquivo de modelo:** listar os *softwares* e aplicativos, incluindo suas respectivas versões, os quais serão utilizados para gerar e manipular os modelos BIM durante cada caso de uso pelo receptor. Essas informações são necessárias para a identificação das interoperabilidades durante os intercâmbios de informações.
- **c. Informações:** identificar apenas as informações necessárias para a realização de cada caso de uso BIM escolhido para a implementação. A planilha de mapeamento de trocas de informações utiliza uma estrutura com três diferentes níveis de detalhamentos, a seguir, na figura 35.

Nível	Informações
A	Tamanho e localização precisos, incluindo materiais e objetos paramétricos
B	Tamanho e localização genéricos, incluindo dados paramétricos
C	Tamanho e localização esquemáticos

Figura 35: Níveis de detalhamento das informações

⁵ CSI – Uniformat: É um padrão de classificação de informações usado para especificações e estimativas de custos para edificações, que tem sido mantido e revisado pelo Construction Specification Institute – CSI e pelo Construction Specification Canada (CSC). Mais informações em www.csinet.org/Uniformat.

- ▶ **d. Notas:** Nem todos os requisitos importantes para o conteúdo de um modelo podem ser cobertos pela estrutura de divisão dos elementos e informações. Caso seja necessário incluir outras descrições, elas deverão ser inseridas como 'notas', que poderão ser específicas para determinados conteúdos de modelagem, ou para descrever uma técnica.

4. Definir participantes que serão responsáveis pela autoria das informações necessárias

Cada item de um intercâmbio de informações deverá possuir um agente responsável pela sua autoria e a responsabilidade pela criação delas, obviamente, caberá ao participante mais bem qualificado, para cada caso. A definição do momento de criação e inserção de cada uma das informações deverá considerar as necessidades dos receptores de modelos, responsáveis pela execução dos casos de usos BIM escolhidos.

A planilha pode ser organizada e classificada de acordo com cada um dos participantes na implementação, para definir as responsabilidades de cada um dos entregáveis BIM. A seguir, uma lista de potenciais partes responsáveis:

SIGLA	PARTE RESPONSÁVEL
ARQ	Arquiteto
CON	Construtor
EC	Engenheiro civil
GM	Gerente de manutenção
EI	Engenheiro de instalações
EE	Engenheiro de estruturas
GS	Gerente de suprimentos

Figura 36: Exemplo de lista de potenciais responsáveis

5. Comparação dos conteúdos de entrada e de saída

Após a definição dos requisitos das informações, será necessário analisar os elementos específicos em que as informações produzidas (autorais) não forem condizentes com as informações exigidas para a realização de um determinado caso de uso.

Caso ocorra uma inconsistência entre a saída de um modelo autoral de arquitetura e a entrada de um modelo de análise energética, por exemplo, duas possíveis soluções podem ser adotadas:

- ▶ **a. Exigência de troca de informação de saída:** revisão da informação para um nível mais alto de precisão e/ou inclusão de informações complementares. Por exemplo, incluir o parâmetro 'R' para as paredes externas;
- ▶ **b. Exigência de troca de informação de entrada:** revisão da parte responsável pela informação, neste exemplo, fazendo com que o agente que responde pelo caso de uso passe a responder pela autoria da informação.

CONTROLE E GERENCIAMENTO DO PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM					
		Uma vez definidas as interoperabilidades e os processos de comunicação necessários para a implementação BIM, seria bom momento para o desenvolvimento do 'planejamento das comunicações', previsto na fase 'planejamento' e incluído na disciplina de 'comunicação'			
FASES →	Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
Disciplina ↓					
Integração	Termo de abertura projeto	Plano de gerenciamento do projeto	Gerenciamento da execução do projeto	Monitoramento e controle dos trabalhos Controle integrado das mudanças	Encerramento de projeto ou fase
Escopo		Lista de requisitos do projeto Definição do escopo Definição da Estrutura Analítica do Projeto (EAP)		Verificação do escopo Controle do escopo	
Tempo		Definição das atividades Sequenciamento das atividades Estimativa de recursos por atividades Estimativa da duração das atividades Cronograma		Controle da progressão e cronograma	
Custo		Estimativa de custos Aprovação do orçamento do projeto		Controle dos custos	
Qualidade		Definição dos níveis de qualidade do projeto	Verificação e garantia da qualidade	Controle da qualidade	
Pessoas		Plano de recursos humanos	Contratação da equipe de projeto Desenvolvimento da equipe Gerenciamento da equipe		
Comunicação	Identificar partes interessadas	Planejamento das comunicações	Distribuição de informações Gerenciamento das expectativas	Relatório de desempenho	
Risco		Planejamento do gerenciamento de riscos Identificação de riscos Análise qualitativa de riscos Análise quantitativa de riscos Planejamento de respostas para riscos		Monitoramento e controle de riscos	
Aquisição		Planejamento de aquisições	Realização das aquisições e contratações	Administração das aquisições e contratações	Encerramento de aquisições e contratos

Figura 37: Processos da gestão de projetos recomendados para realização nesta etapa, de acordo com o PMI

2.2.9 – DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIA E REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA CONTRATAÇÃO BIM

Neste roteiro foram incluídas apenas descrições sucintas sobre a estratégia de contratação e os requisitos específicos para contratação BIM. Detalhamento e exemplos desse conteúdo específico serão abordados no *Volume 5 – Formas de contratação BIM*.

Uma das características inexoráveis da construção civil é que a construção de qualquer empreendimento dessa indústria necessariamente implica na participação de inúmeras pessoas ou agentes, e um dos fundamentos do BIM é que a sua utilização estimula e viabiliza o trabalho colaborativo.

Dentre os principais passos de um processo de implementação BIM está justamente a definição dos escopos específicos, bem como da estratégia de contratação e avaliação da progressão e da qualidade de serviços desenvolvidos. A implementação pressupõe a necessidade de acordos com empresas que terão de trabalhar colaborativamente para a realização dos processos no desenvolvimento de um mesmo empreendimento. Ocorre que o uso da tecnologia BIM muda significativamente não só a maneira como os trabalhos são desenvolvidos, mas também a forma como se mede e se avalia a sua progressão.

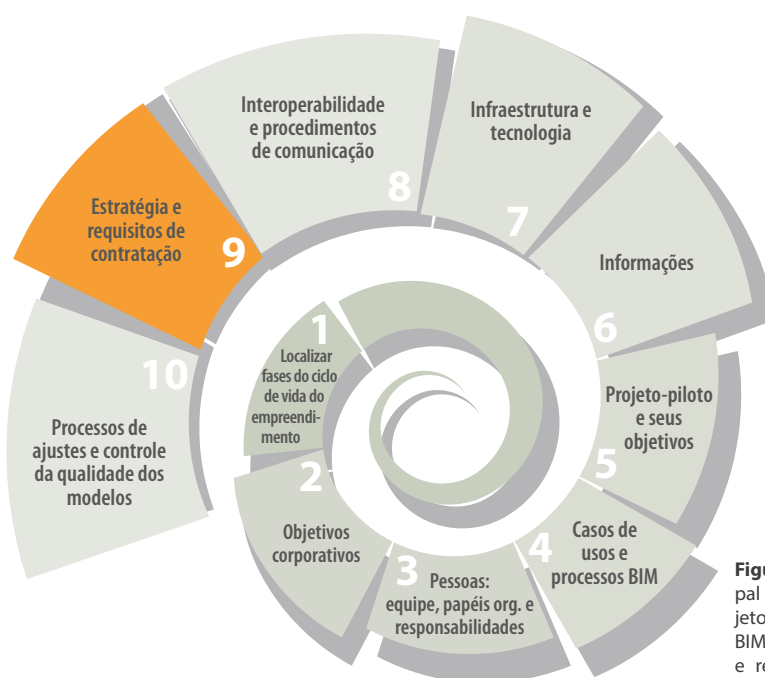


Figura 38: Nono principal passo para um projeto de implementação BIM: definir estratégia e requisitos específicos para contratação BIM

Ainda que uma empresa ou organização decida realizar todos os processos possíveis internamente, contratando e montando equipes específicas para as principais atividades que caracterizam o ciclo de vida de um empreendimento, seria inevitável o envolvimento de terceiros, outras empresas, prestadores de serviços, órgãos públicos, desde o momento da concepção do projeto até o estágio de obra concluída, pronta para ser ocupada e utilizada.

Nas situações mais comuns, as incorporadoras contratam arquitetos, engenheiros estruturais e projetistas de instalações, orçamentistas externos para os processos de concepção e conceituação dos seus empreendimentos.

Nesta fase de um projeto de implementação BIM, é fundamental que se definam quais partes dos processos serão feitas internamente e quais serão realizadas por terceiros. A divisão dos trabalhos determinará que tipos de documentos e diretrizes precisarão ser desenvolvidos e previstos no escopo da implementação.

Nos Estados Unidos, uma modalidade de contratação que pode ser considerada relativamente nova tem sido adotada como 'preferencial', especialmente para os empreendimentos desenvolvidos com o uso do BIM. Isso porque ela concorre para a construção de um ambiente de trabalho realmente colaborativo e baseado num acordo prévio de confiança mútua entre os agentes participantes.

Esse tipo de contratação é conhecido como *Integrated Project Delivery (IPD)* e basicamente consiste na formação de um grupo para o desenvolvimento de um empreendimento em que os integrantes firmam compromissos incluindo os seguintes pontos:

- Todos os participantes só cobram, **inicialmente**, o valor correspondente estritamente aos seus **custos e compartilham os riscos** do empreendimento para dividir os lucros auferidos na conclusão dele (divisão proporcional ao valor da participação de cada um);
- Todos os envolvidos colaborarão legitimamente para o sucesso do empreendimento como um todo, ainda que isso signifique abrir mão de protagonismos ou até mesmo do próprio poder de decisão e participação, em algumas circunstâncias;
- Todos os participantes acordam previamente que **não vão se processar mutuamente**, de maneira que todos os conflitos eventualmente surgidos durante a realização do empreendimento serão resolvidos somente e unicamente dentro do próprio grupo, formado para viabilizar e conduzir o empreendimento.

Obviamente que uma modalidade de contratação nos moldes do IPD só se viabiliza a partir da iniciativa e liderança de um investidor ou do proprietário de um empreendimento, e talvez essa questão seja um dos principais entraves para a adoção de prática semelhante no mercado brasileiro.

No Brasil, também não é comum a cultura da prática do trabalho colaborativo, o que cria mais um obstáculo à prática de estratégias de contratação similares ao IPD. Porém, ainda que não seja possível a viabilização dessas modalidades mais sofisticadas de contratação e, considerando a inexorável necessidade do envolvimento de múltiplos agentes na realização de qualquer empreendimento da construção civil, será necessário delimitar e definir claramente quantos e quais serão os agentes envolvidos na implementação BIM, bem como o formato das contratações e seus correspondentes escopos.

Há que se destacar o papel fundamental a ser desempenhado pelo gerente BIM num projeto de implementação, que será justamente o de coordenar a participação e a colaboração entre as várias partes envolvidas. Portanto, o plano de implementação deverá prever a realização de reuniões iniciais para o desenvolvimento e o detalhamento do próprio projeto de implementação. O envolvimento desde as fases iniciais ajuda na integração e na construção de um ambiente de colaboração e confiança. Também são importantes as reuniões periódicas para verificação, acompanhamento da evolução e eventuais ajustes e realinhamentos durante a implementação.

Após a definição de todas as partes envolvidas na implementação BIM, deverão ser estabelecidos os escopos de trabalho, as correspondentes responsabilidades e os entregáveis previstos para cada um dos participantes.

Será necessário definir, dentre outros pontos:

- Qualificação mínima em BIM do corpo técnico das empresas contratadas;
- Fluxos de trabalho que deverão ser realizados;
- Informações mínimas requeridas para a realização de cada um dos processos previstos;
- Entregáveis previstos para cada uma das partes envolvidas;
- Nível de qualidade mínimo para cada um dos entregáveis previstos;
- Cronograma estabelecendo os principais marcos e entregas do projeto, bem como a relação de precedência e interdependência das principais atividades previstas no projeto de implementação BIM.

A especificação das informações que serão recebidas e entregues por cada uma das partes envolvidas está entre os principais requisitos específicos a serem definidos em relação às contratações para a realização de processos de trabalho com a utilização do BIM. Tanto as quantidades das transações de troca de informações como as qualidades mínimas das informações recebidas e geradas deverão ser claramente descritas e documentadas, para cada um dos agentes envolvidos.

No planejamento das contratações, também deverão ser considerados e definidos os seguintes principais pontos:

- Estrutura organizacional e método típico de entrega;
- Métodos utilizados para cotações, aquisições e contratações;
- Método de pagamento;
- Estrutura analítica do projeto (EAP);
- Desenvolvimento dos modelos e responsabilidades de cada um dos participantes;
- Compartilhamento de modelos e responsabilidades pelos modelos;
- Interoperabilidade / formatos de arquivos;
- Direitos sobre as propriedades intelectuais;
- Requisitos para o planejamento do projeto de implementação BIM.

2.2.10 – DEFINIÇÃO DOS AJUSTES E CONTROLES DE QUALIDADE DOS MODELOS BIM

Neste roteiro foram incluídas apenas descrições sucintas os procedimentos de ajustes e controle de qualidade dos modelos BIM. Detalhamento e exemplos desse conteúdo específico serão abordados no *Volume 5 – Formas de contratação BIM*.

Deverão ser definidas as estratégias gerais e documentados procedimentos específicos para a garantia da qualidade dos modelos e das trocas de informações em todas as fases previstas para o desenvolvimento do projeto.

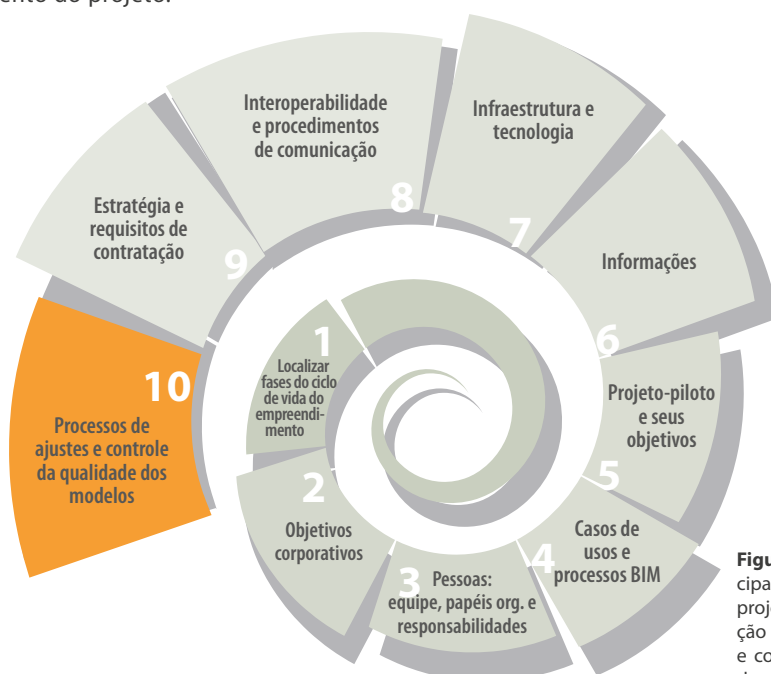


Figura 39: Décimo principal passo para um projeto de implementação BIM: definir ajustes e controle de qualidade dos modelos BIM

Cada modelo BIM desenvolvido durante o ciclo de vida do projeto deverá ser previamente planejado, considerando seus conteúdos, nível de detalhes, formatos e participantes responsáveis pela criação, pelas atualizações e pela distribuição do modelo e das informações. Também os envolvidos que contribuirão para os modelos BIM deverão designar uma pessoa responsável pela coordenação do modelo. Essa pessoa, como integrante da equipe BIM, deverá participar de todas as principais atividades, atendendo às necessidades do desenvolvimento do projeto. Ela irá responder pelo endereçamento dos problemas que poderão surgir durante o processo não apenas sobre o desenvolvimento do modelo, mas também sobre mantê-lo atualizado, compreensível e com alto nível de precisão.

Deverão ser definidos procedimentos de controle da qualidade para os principais entregáveis planejados, como revisões de projetos, reuniões de coordenação e encerramentos das principais fases do projeto (marcos). Caso sejam identificadas inconformidades, a equipe deverá pesquisar as suas causas, fazer os ajustes e tomar providências para que o mesmo tipo de erro não aconteça novamente. Os entregáveis precisam atender aos níveis de qualidade mínimos estabelecidos pelo proprietário/investidor e todos os participantes do projeto deverão estar alinhados sobre os padrões de qualidade.

Cada membro da equipe de projeto será responsável pelo controle de qualidade dos seus projetos, dos dados utilizados nos projetos, nos modelos e nas suas propriedades. Além disso, sempre deverão verificar a qualidade dos seus entregáveis antes de efetivamente disponibilizá-los a outros participantes. Numa condição ideal, um documento evidenciando que o controle de qualidade foi realizado deverá acompanhar a entrega/disponibilização de todos os entregáveis previstos no projeto.

O “gerente” BIM escolhido pela equipe deverá confirmar a qualidade dos modelos após a realização de revisões. É importante considerar as seguintes verificações:

- **Verificação visual:** Garantir que só existem componentes inseridos de forma consciente e intencionalmente nos modelos e que o objetivo do projeto foi alcançado, através de uma verificação específica, realizada com o uso de um *software* de navegação/verificação de modelos;
- **Verificação de interferências:** Identificar inconsistências espaciais e geométricas nos modelos, utilizando um *software* de verificação de modelos que possua a funcionalidade de detecção de conflitos (*clash detection*);
- **Verificação de padrões:** Verificar se o modelo foi desenvolvido de acordo com os padrões mínimos acordados e alinhados com a equipe de projeto;
- **Validação de elementos:** Garantir que os conjuntos de dados não possuem elementos indefinidos ou incorretos.

CONTROLE E GERENCIAMENTO DO PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM					
		Uma vez definidos os procedimentos de ajustes e controles de qualidade dos modelos, seria bom momento para o desenvolvimento dos seguintes processos e documentos previstos na fase 'execução' e incluídos nas disciplinas de 'qualidade', 'pessoas' e 'aquisição', conforme a gestão de projetos do PMI: • Verificação e garantia da qualidade • Contratação da equipe de projeto • Desenvolvimento da equipe • Gerenciamento da equipe • Distribuição das informações • Gerenciamento das expectativas • Realização das aquisições e contratações			
FASES →	Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
Disciplina ↓					
Integração	Termo de abertura do projeto	Plano de gerenciamento do projeto	Gerenciamento da execução do projeto	Monitoramento e controle dos trabalhos Controle integrado das mudanças	Encerramento de projeto ou fase
Escopo		Lista de requisitos do projeto Definição do escopo Definição da Estrutura Analítica do Projeto (EAP)		Verificação do escopo Controle do escopo	
Tempo		Definição das atividades Sequenciamento das atividades Estimativa de recursos por atividades Estimativa da duração das atividades Cronograma		Controle da progressão e cronograma	
Custo		Estimativa de custos Aprovação do orçamento do projeto		Controle dos custos	
Qualidade		Definição dos níveis de qualidade do projeto	Verificação e garantia da qualidade	Controle da qualidade	
Pessoas		Plano de recursos humanos	Contratação da equipe de projeto Desenvolvimento da equipe Gerenciamento da equipe		
Comunicação	Identificar partes interessadas	Planejamento das comunicações	Distribuição de informações Gerenciamento das expectativas	Relatório de desempenho	
Risco		Planejamento do gerenciamento de riscos Identificação de riscos Análise qualitativa de riscos Análise quantitativa de riscos Planejamento de respostas para riscos		Monitoramento e controle de riscos	
Aquisição		Planejamento de aquisições	Realização das aquisições e contratações	Administração das aquisições e contratações	Encerramento de aquisições e contratos

Figura 40: Processos da gestão de projetos recomendados para realização nesta etapa, de acordo com o PMI

Uma empresa ou organização que esteja interessada em implantar o BIM, após seguir o roteiro com os dez passos ilustrados neste capítulo e descritos de forma resumida, teria já vencido as etapas de iniciação, planejamento e início da execução do seu projeto, considerando as referências documentadas pelo PMI. Teria alcançado, portanto, a fase de controle.

Deste ponto em diante, o esforço principal da equipe deverá estar concentrado na realização e no controle do projeto de implementação. É importante estar ciente de que alguns dos objetivos fundamentais precisa ser o de fornecer aprendizado e capacitação a toda equipe envolvida nos fluxos de trabalho, tarefa que ficará a cargo tanto de colaboradores internos quanto de prestadores de serviços contratados.

CONTROLE E GERENCIAMENTO DO PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM



Após a realização dos dez passos para o desenvolvimento de um plano de implementação BIM, deverão acontecer os processos de gestão de projetos previstos pelo PMI para as fases 'controle' e 'encerramento', incluídos nas disciplinas de 'integração', 'escopo', 'tempo', 'custo', 'qualidade', 'comunicação', 'risco' e 'aquisição':

- Monitoramento e controle dos trabalhos
- Controle integrado das mudanças
- Verificação do escopo
- Controle da progressão e cronograma
- Controle de custos
- Controle da qualidade
- Relatórios de desempenho
- Monitoramento e controle de riscos
- Administração das aquisições e contratações
- Encerramento das fases e do projeto
- Encerramento das aquisições e contratações.

FASES →	Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
Disciplina ↓					
Integração	Termo de abertura do projeto	Plano de gerenciamento do projeto	Gerenciamento da execução do projeto	Monitoramento e controle dos trabalhos Controle integrado das mudanças	Encerramento de projeto ou fase
Escopo		Lista de requisitos do projeto Definição do escopo Definição da Estrutura Analítica do Projeto (EAP)		Verificação do escopo Controle do escopo	
Tempo		Definição das atividades Sequenciamento das atividades Estimativa de recursos por atividades Estimativa da duração das atividades Cronograma		Controle da progressão e cronograma	

FASES →	Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
Disciplina ↓					
Custo		Estimativa de custos Aprovação do orçamento do projeto		Controle dos custos	
Qualidade		Definição dos níveis de qualidade do projeto	Verificação e garantia da qualidade	Controle da qualidade	
Pessoas		Plano de recursos humanos	Contratação da equipe de projeto Desenvolvimento da equipe Gerenciamento da equipe		
Comunicação	Identificar partes interessadas	Planejamento das comunicações	Distribuição de informações Gerenciamento das expectativas	Relatório de desempenho	
Risco		Planejamento do gerenciamento de riscos Identificação de riscos Análise qualitativa de risco Análise quantitativa de riscos Planejamento de respostas para riscos		Monitoramento e controle de riscos	
Aquisição		Planejamento de aquisições	Realização das aquisições e contratações	Administração das aquisições e contratações	Encerramento de aquisições e contratos

Figura 41: Processos da gestão de projetos recomendados para realização após os dez passos para desenvolvimento de um plano de implementação BIM, conforme o PMI

O nível de detalhamento, periodicidade das reuniões, relatório e controles utilizados para o gerenciamento do projeto de implementação BIM deverá ser avaliado e decidido pela equipe de projeto, com base no porte e no nível de complexidade da implementação.

O volume 3 abordará o tema “Colaboração e Integração BIM” que dentre outros tratará de assuntos como regras e diretrizes de modelagem, interoperabilidade, IFC, *softwares* BIM e formatos de arquivos.

Correalização



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

Realização



Câmara Brasileira
da Indústria da Construção

Correalização



Realização

