

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM
ESTUDO DE CASO: EMPRESA DE PEQUENO PORTE

GUILHERME HENRIQUE DE OLIVEIRA FREITAS

ORIENTADOR: LEONARDO DA SILVEIRA PIRILLO
INOJOSA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM ENGENHARIA
CIVIL

BRASÍLIA, DF: OUTUBRO / 2020
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM
ESTUDO DE CASO: EMPRESA DE PEQUENO PORTE**

GUILHERME HENRIQUE DE OLIVEIRA FREITAS

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

**LEONARDO DA SILVEIRA PIRILLO INOJOSA, DOUTOR (Universidade de Brasília)
(ORIENTADOR)**

**FELIX ALVES DA SILVA JÚNIOR, DOUTOR (Universidade de Brasília)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**MARCOS HENRIQUE RITTER DE GREGÓRIO, MESTRE (Centro Universitário de Brasília)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 08 de OUTUBRO de 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA FREITAS, GUILHERME HENRIQUE DE

Implementação da Metodologia BIM – Estudo de Caso:

Empresa de Pequeno Porte [Distrito Federal] 2020.

v, 83 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2020)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Metodologia BIM

2. Implementação

3. Pequena Empresa

4. Processos

I. ENC/FT/UnB

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

O. FREITAS, G.H. (2020). Implementação da Metodologia BIM – Estudo de Caso: Empresa de Pequeno Porte. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 83 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Guilherme Henrique de Oliveira Freitas

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Implementação da Metodologia BIM – Estudo de Caso: Empresa de Pequeno Porte

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2020

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Guilherme Henrique de Oliveira Freitas

Brasília/DF - Brasil

AGRADECIMENTOS

Agradeço antes de tudo à Deus, por sua graça que me capacitou a realizar este trabalho, por abrir as portas e conduzir todo processo, me guiando até o presente momento. Agradeço à minha família por todo suporte e incentivo, compreensão e cuidado, sendo instrumento do Senhor na minha vida. Também sou grato ao meu orientador pelo direcionamento e oportunidade juntamente à empresa parceira neste projeto. Agradeço ao diretor e à equipe da empresa por me acolherem como parte e, sempre motivados, viabilizarem este estudo de caso.

“Pois dEle, por Ele e para Ele são todas as coisas. A Ele seja a glória para sempre! Amém.”

Romanos 11:36

RESUMO

BIM, *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção) é uma metodologia que se propõe a desenvolver o projeto segundo uma nova perspectiva, dada pela atribuição da informação ao objeto modelado. Diferente de sistemas tradicionais em CAD (*Computer Aided Design*), o novo método evolui não só como ferramenta, mas principalmente na mudança de processos tradicionais de trabalho. A sua disseminação no Brasil, ainda em nível inicial, é representada por menos de 8% das empresas na indústria da construção, que em grande parte se caracterizam como pequenos negócios. O estudo, surge assim, como instrumento de suporte, ao desenvolver um plano para implementação dessa inovação em organizações de pequeno porte, validando-a segundo sua aplicação em um estudo de caso. Para a adoção do BIM, firmado na coordenação entre pessoas, processos e tecnologias, é imprescindível a compreensão de seus conceitos fundamentais. Entre outros aspectos, esses conceitos abarcam as componentes e seus relacionamentos dentro de modelos que agora se caracterizam de novas formas, através dos quais é possível estabelecer usos inéditos. Isso é facilitado pela interoperabilidade, capacidade de comunicação entre diferentes sistemas. São ideias que viabilizam o entendimento da estruturação de uma metodologia de implementação, dividida em quatro grandes fases: preliminares, implantação, projeto piloto e revisão. Cada uma delas se subdivide em outras etapas, discutidas por diferentes guias nacionais tomados como referência, cujas concepções são selecionadas e adaptadas para melhor se encaixar a realidade da pequena empresa. A metodologia de trabalho é, por consequência, a justificativa dos passos a serem seguidos, apresentando conteúdo relevante em consonância com as práticas e normas em vigor no Brasil, a fim de nortear à tomada de decisões que minimizem riscos e custos, maximizando a eficiência do serviço. O resultado é a capacitação de uma equipe, teoricamente e tecnicamente, fornecendo todas as ferramentas necessárias ao avanço, na prática, dos novos fluxos de trabalho e informação, expressos no formato de planos, memoriais e manuais confeccionados em estágio final com o objetivo de tornar efetivo o conhecimento adquirido ao longo de todo processo.

Palavras-Chave: BIM; Metodologia; Processos; Implementação; Pequena Empresa.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2	JUSTIFICATIVA	2
1.3	OBJETIVO	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1	CONCEITOS.....	5
2.2	IMPLEMENTAÇÃO.....	12
2.2.1	PRELIMINARES	13
2.2.1.1	MOTIVAÇÃO	13
2.2.1.2	DIAGNÓSTICO	14
2.2.2	IMPLANTAÇÃO.....	14
2.2.2.1	ESCOLHA DO PROJETO PILOTO	15
2.2.2.2	OBJETIVOS DE PROJETO.....	15
2.2.2.3	DEFINIÇÃO DE PAPÉIS	16
2.2.2.4	SELEÇÃO DAS TECNOLOGIAS.....	19
2.2.2.5	CAPACITAÇÃO	20
2.2.2.6	SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO.....	21
2.2.3	PROJETO PILOTO.....	21
2.2.3.1	BEP	22
2.2.3.2	TEMPLATES E FAMÍLIAS	23
2.2.3.3	O PROJETO.....	24
3	METODOLOGIA	28
3.1	DESENVOLVIMENTO.....	28
3.2	RESULTADOS	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
4.1	PRELIMINARES	43
4.2	IMPLANTAÇÃO	48
4.3	PROJETO PILOTO.....	55
4.4	REVISÃO.....	70
5	CONCLUSÃO	73
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Conteúdo de Capacitação	20
Tabela 2.2 Modelos de estrutura para um BEP	22
Tabela 3.1 Diagnóstico.....	29
Tabela 3.2 Descritivo do Empreendimento.....	34
Tabela 4.1 <i>Hardware</i> dos Equipamentos	47
Tabela 4.2 Requisitos mínimos de uso para Revit	52
Tabela 4.3 Áreas por Ambiente do Projeto	57
Tabela 4.4 Módulos do Projeto - Estrutura e Arquitetura.....	59
Tabela 4.5 Módulos do Projeto - Instalações Elétricas e Hidráulicas.....	60
Tabela 4.6 Prazos para Entregas	60
Tabela 4.7 Requisitos de Extração dos Quantitativos	64
Tabela 4.8 Horas e Custos da Implementação	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Curva de Macleamy: Resultados da adoção do BIM.....	2
Figura 2.1 Níveis de Parametrização.....	6
Figura 2.2 Relacionamento "Componente-Vizinhança"	7
Figura 2.3 Exemplo de Níveis de Desenvolvimento.....	8
Figura 2.4 Usos do BIM.....	10
Figura 2.5 Passos da Implementação BIM.....	12
Figura 2.6 Passos da Implementação BIM.....	13
Figura 2.7 Funções em um Projeto BIM	18
Figura 2.8 Fluxograma do Controle de Qualidade BIM	24
Figura 2.9 Projeto Executivo em BIM	25
Figura 3.1 Plano de Implementação BIM	28
Figura 3.2 Fase de Implantação.....	30
Figura 3.3 Fase de Projeto Piloto	34
Figura 3.4 Nível de Desenvolvimento (Classificação da AIA).....	40
Figura 3.5 Amostra da "MRDEP"	40
Figura 4.1 Ciclo de Vida de um Empreendimento.....	45
Figura 4.2 Fluxograma de Projeto.....	63
Figura 4.3 Perspectiva da Entrada.....	68
Figura 4.4 Perspectiva do Quintal	68
Figura 4.5 Elevação da Entrada.....	69
Figura 4.6 Elevação dos Fundos	69
Figura 4.7 Elevação Lateral Esquerda.....	69
Figura 4.8 Elevação Lateral Direita	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 Motivos da não utilização do BIM.....	3
---	---

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A indústria da construção civil é caracterizada pela ineficiência presente no consumo e desperdício tanto de recursos materiais como humanos (IBRACON, 2016). É evidente, no contexto brasileiro, o predomínio de sistemas construtivos “arcaicos” cujos níveis de desperdício ofuscam os esforços na direção da sustentabilidade. Porém, esses sistemas são só um exemplar de toda uma cultura que permeia a cadeia dessa indústria, começando nos projetos, passando pela execução, operação, até o eventual descomissionamento da obra. Outro exemplo é a preferência pela aparente economia em projetos que logo é compensada pelos custos de retrabalho e atrasos no cronograma em fase de execução. Isso não resulta necessariamente na falta de qualidade dos produtos, mas, sem dúvidas, implica na ineficiência do processo, em termos financeiros, de prazos e sustentáveis.

Na mudança da prancheta para o CAD (*Computer Aided Design*), a grande evolução se deu nas ferramentas de trabalho. Os programas CAD permitiram a redução no tempo de execução dos desenhos, ao deixar de lado as canetas nanquim e partir para uma representação digital do objeto. Seu aperfeiçoamento ocorreu conforme a melhoria dos computadores e impressoras, até se tornar padrão global. Contudo, a novidade era puramente tecnológica e apesar de ganhos significativos no tempo de desenvolvimento do projeto, a ineficiência na cadeia se manteve.

Surge então o BIM, *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção), termo que, mesmo entendido como novidade no país, remete a meados da década de 90. O BIM é resultado da necessidade de inovação, não só de softwares, mas de processos, e solução para ineficiência encontrada no sistema, tornando-se, assim, alvo do investimento de empresas ao redor de todo mundo. Sua popularização se deu a partir dos anos 2000 com a facilitação do acesso à tecnologia requerida, pela evolução dos computadores e sua oferta ao mercado. No Brasil, o BIM está em crescente discussão, sua capacidade para transformar uma cultura conservadora, ao abrir portas para novos fluxos de trabalho e informação, levou o governo a estabelecer em 2018 a Estratégia BIM BR, plano nacional para sua disseminação, entre suas metas está a adoção do BIM por parte de 50% do PIB (Produto Interno Bruto) da construção civil até 2028, com requisitos para sua utilização a partir de 2021.

1.2 JUSTIFICATIVA

Em um seminário¹ realizado em Brasília em 2018, Bilal Succar, professor e pesquisador pela *Newcastle University*, comentou: “A tomada de consciência aumentou muito. A dúvida deixou de ser ‘devemos fazer?’, ou ‘vão me pagar mais para trabalhar com BIM?’ e se tornou ‘devemos fazer desse jeito ou daquele?’, ou ‘vamos priorizar esse passo ou aquele?’” (ESTADÃO, 2018). O comentário do especialista aponta para a inevitabilidade do BIM quanto a modificação, ou mesmo substituição, dos métodos de produção tradicionais. Entre os diversos ganhos rumo ao abandono do processo tradicional, é possível destacar aqueles diagnosticados pela “Curva de *Macleamy*” apresentada na Figura 1.1.

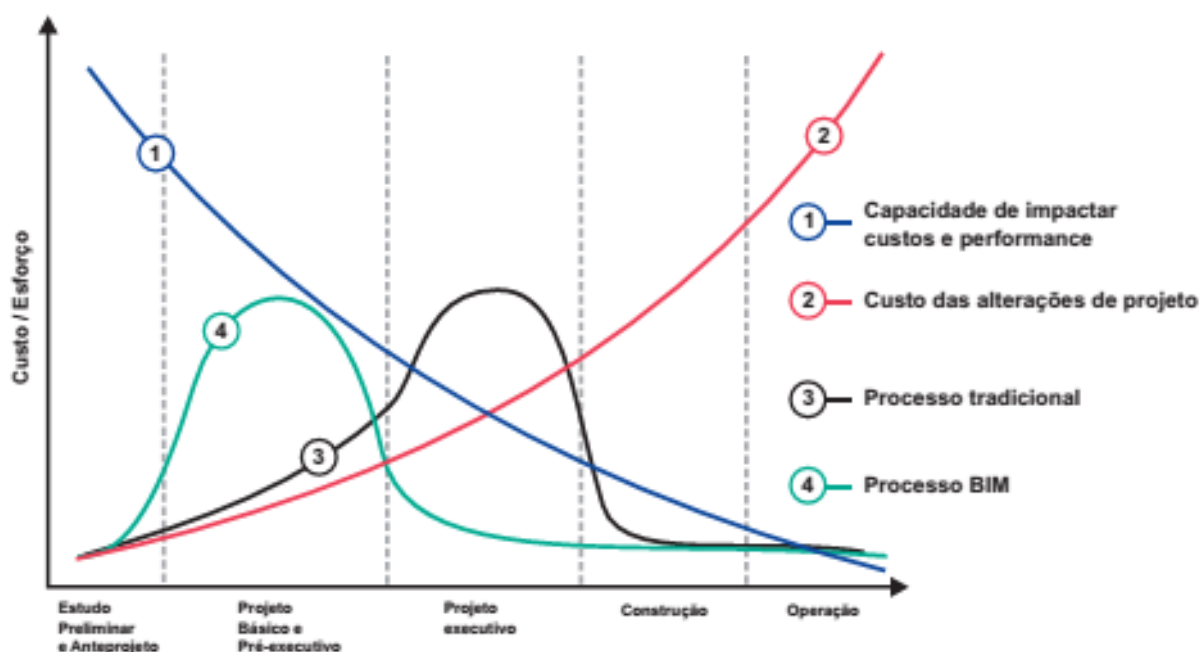


Figura 1.1 Curva de Macleamy: Resultados da adoção do BIM.

Fonte: (AsBEA, 2013)

Verifica-se pela imagem que o processo BIM antecipa a concentração de esforços, deslocando-os do Projeto Executivo para o Projeto Básico, momento em que a influência nos

¹ BIM: Oportunidade para Inovar a Indústria da Construção e Aumentar a Transparência das Compras Públicas. Iniciativa da CBIC, correalização Senai Nacional. Brasília, 2018.

custos e performance é maior, somado ao menor gasto nas alterações de projeto. Além disso, a energia dispensada na construção é inferior em razão, por exemplo, da redução de retrabalhos, o que leva a diminuição na carga operacional de um engenheiro que passa a investir mais tempo na avaliação de soluções. Também se observa a amenização do esforço máximo aplicado, justificado na organização prévia ao projeto, por planos de execução, agregado a introdução de novas tecnologias, capazes de facilitar tanto a modelagem da obra, como sua análise e documentação. O comportamento observado para a curva 4 pode ser expresso nas vantagens apresentadas pela Cartilha CBIC² no uso do BIM. Na lista se encontram a visualização 3D, extração automática de quantitativos, detecção de interferências entre projetos, capacitação para construções mais complexas, entre outros.

Mesmo em meio as melhorias, é pequeno o número de empresas que tem adotado o BIM no Brasil. Segundo a “Sondagem da Construção”, pesquisa realizada em setembro de 2018 pela IBRE (Instituto Brasileiro de Economia, unidade da Fundação Getúlio Vargas), apenas 7,5% das empresas empregam o BIM, sendo a justificativa para maioria que não utiliza, o desconhecimento da tecnologia, conforme a Gráfico 1.1.

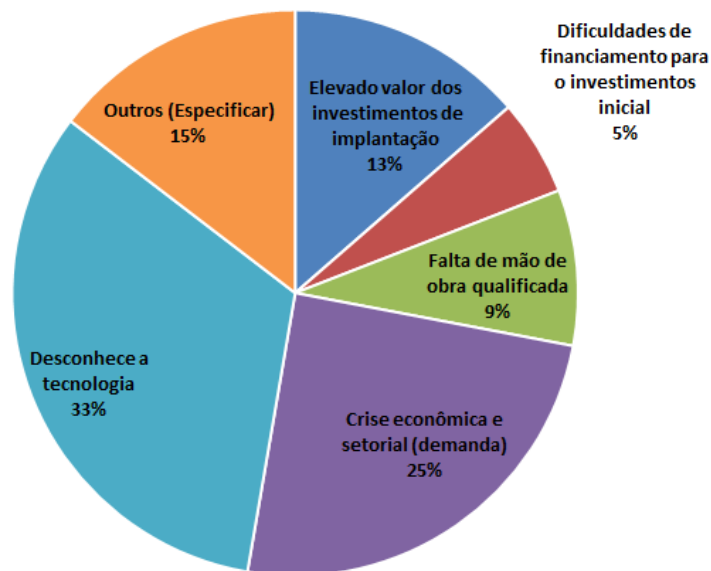


Gráfico 1.1 Motivos da não utilização do BIM

Fonte: (IBRE/FGV, 2018)

² (CBIC, 2017) – Cartilha: 10 motivos para evoluir com o BIM.

Segundo o “Panorama dos Pequenos Negócios 2018”, em São Paulo, a participação das pequenas empresas no PIB do estado é de 27%, além de representar 98% das organizações existentes ali. Apesar de a construção participar em apenas 7% na distribuição total desses pequenos negócios, são valores que, por amostragem, traduzem a influência dessas organizações no cenário nacional. Sendo assim, este projeto se faz necessário na propagação de princípios que viabilizem o aumento da adoção do BIM pelas empresas de pequeno porte. O avanço de sua aplicação no país alavancará o setor AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) e, por consequência, estimulará a economia nacional.

1.3 OBJETIVOS

I. O trabalho tem por objetivo primário a concepção de uma metodologia para implementação do BIM com enfoque nos processos e nas tecnologias aplicadas na prática em um projeto piloto a ser desenvolvida em parceria de uma empresa de pequeno porte.

a. Estabelecer um método universal, eficiente e que retorne referências possíveis de serem usadas como base comparativa para implantação da metodologia em outras empresas.

b. Viabilizar a experiência do autor como gerente BIM em um empreendimento real, de forma a desenvolver tanto o conhecimento da metodologia como da profissão.

II. O estudo também foca no uso de referências nacionais, adotadas como principais literaturas as coletâneas de guias BIM da ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial), AsBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura) e CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção).

a. Avaliar as diferentes visões e propostas para estabelecer procedimento autoral dado pela conjunção das melhores soluções encontradas nos manuais ou mesmo achadas em falta nestes.

b. Validar a produção nacional através da comparação entre o conteúdo proposto e os resultados encontrados na prática através do estudo de caso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCEITOS

Apesar do crescimento, ainda é incipiente a disseminação do BIM no contexto brasileiro, o que leva a muitos o associarem apenas ao uso de um software específico, eficiente na execução de desenhos 3D. Mais do que limitada, essa interpretação enxerga a inovação apenas pela perspectiva de uma parte de suas ferramentas e usos. Todavia, o BIM é caracterizado como um universo dada sua abrangente aplicabilidade, o que o faz ser associada a diversas definições, porém alguns termos destacam-se ao serem encontrados repetidas vezes, direcionando o entendimento tomado como referência neste trabalho: BIM é uma metodologia colaborativa, baseada na modelagem paramétrica e funcional, para desenvolver e gerenciar qualquer empreendimento, abrangendo de maneira progressiva todo seu ciclo de vida.

Aprofundando neste entendimento, percebe-se que o BIM, por ser uma metodologia, vai de encontro a um dos pontos críticos da cadeia construtiva, os processos. A colaboração surge da necessidade de integrar pessoas em um sistema desconexo, onde o contato entre aquele que executa e o que projeta é mínimo. A facilidade introduzida pelas novas tecnologias permite a atribuição de informação ao objeto modelado, tornando-o interativo, assim, o usuário pode fazer análises antes inviáveis. Em resumo, tem-se pessoas aplicando processos, auxiliadas pelas tecnologias, as três unidades fundamentais da metodologia BIM, descritas abaixo:

Pessoas: Unidade basilar do BIM, que por sua vez não só facilita como também requer a colaboração das partes envolvidas, visto que se propõe a integrar a modelagem de uma pluralidade de disciplinas que exigem harmonia entre seus elementos. Isso implica na demanda por profissionais capazes de se comunicar efetivamente, enxergar o todo e se atualizar juntamente com a evolução contínua dos processos.

Processos: Podem ser apresentados como a cultura do BIM. Segundo o dicionário³, cultura compreende o conjunto de conhecimentos e padrões de comportamento, portanto, essa unidade engloba os fundamentos, a forma como se estrutura, os procedimentos e a maneira que se dão os fluxos de trabalho e informação dentro da metodologia. Estende-se desde a

³ (MICHAELIS)

conceituação, até a eventual demolição ou revitalização da obra, pela progressiva atribuição de dados, transformando ideias genéricas em produtos completos, materializados no uso das tecnologias.

Tecnologias: Toda infraestrutura de apoio (software, hardware, rede, armazenamento, comunicação etc.) necessária a viabilização da modelagem tridimensional, capaz de atribuir informações ao projeto, sejam elas geométricas ou não. São ferramentas úteis na mão de usuários capacitados, uma vez que a qualidade dos dados retirados será tão boa quanto daqueles inseridos.

A combinação correta dessas unidades gera um produto funcional, apto à gerência do empreendimento, envolvendo qualquer tipo de projeto (edificação, infraestrutura, instalação ou industrial) seja qual for a fase de desenvolvimento (concepção, execução, operação, manutenção ou revitalização/demolição). As unidades fundamentais também incluem de maneira implícita conceitos elementares constantemente utilizados e cruciais para introdução a metodologia, apresentados a seguir.

Em primeiro lugar, os componentes BIM: elementos paramétricos (qualidade exemplificada pela Figura 2.1) que, por meio das informações atribuídas, são caracterizados tanto pela forma como funcionalidade.

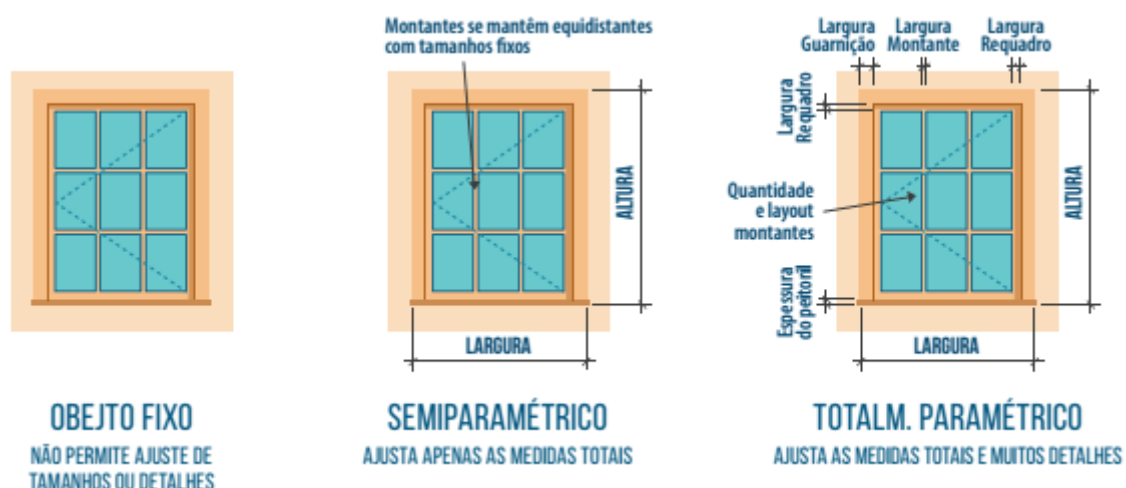


Figura 2.1 Níveis de Parametrização

Fonte: (CBIC, 2016)

A parametrização é o ato de associar um modelo digital 3D a estruturas de conhecimento, informações, propriedades de desempenho e procedimentos automáticos que podem ajudar o projetista a construir cenários rapidamente durante o projeto. Estes modelos parametrizados podem ser atualizados durante toda a duração do projeto. E quanto mais parâmetros forem associados ao modelo, mais informações poderão ser extraídas durante o ciclo de vida. (WANDERLEY, 2017)

Promove-se assim, um ambiente de objetos flexíveis, capazes de se relacionar uns com os outros, com elementos próximos e todo sistema de forma coordenada. São considerados inteligentes, por “entenderem” o que são, obedecendo regras conforme sua finalidade. Exemplos de relacionamentos (relações gerais, é possível que dentro de determinados *softwares* o comportamento dos objetos não siga a mesma lógica):

Componente-Componente: Uma janela só pode ser inserida em uma parede, seu hospedeiro. Se a espessura dessa parede for modificada, automaticamente a janela se adequará a nova dimensão.

Componente-Vizinhança: Ao ser inserida numa parede, as distâncias de uma janela até o piso ou forro são automaticamente determinadas, de forma que se pode ajustar sua posição diretamente por uma dessas dimensões, conforme a sequência demonstrada na Figura 2.2.

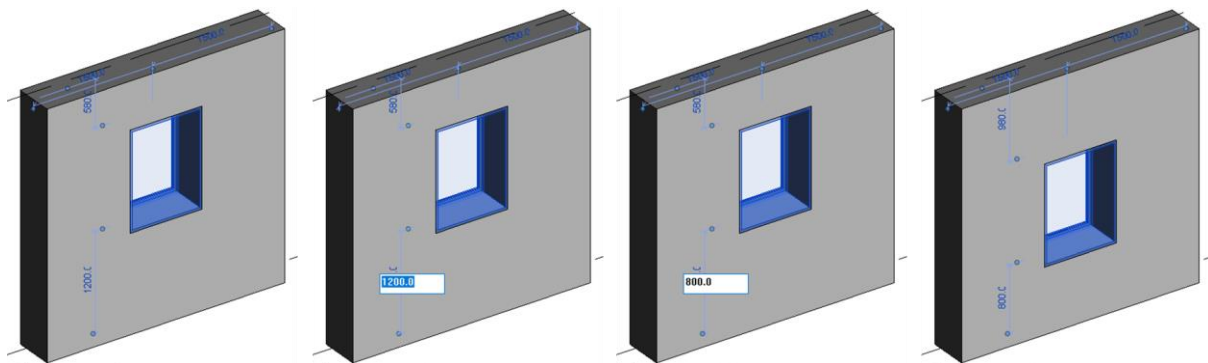


Figura 2.2 Relacionamento "Componente-Vizinhança"

Fonte: Autor, auxílio *software* Revit

Componente-Sistema: Ao modelar uma parede, à medida que esta é inserida, uma tabela de quantitativos pode ser simultaneamente preenchida, contabilizando a metragem quadrada do elemento. Se sua altura for alterada no desenho, a tabela de propriedades se adequa e vice-versa, caracterizando a coordenação do sistema.

Como mencionado, tudo isso depende, obrigatoriamente, da qualidade da informação nesses elementos por parte de quem os concebeu, essência do que se entende como nível de desenvolvimento (ND). Tradução do termo *Level of Development* (LOD), é frequentemente confundido como o nível de detalhamento, aspecto que só leva em conta a geometria, contudo o ND contempla todas as classes de informação e a sua progressão no modelo, acrescentando, conforme aspectos de vínculos, restrições, regras e especificações (CBIC, 2016). O conceito também é associado ao patamar de confiabilidade de um objeto virtual em relação ao que será efetivamente executado em campo, em outras palavras, qualidade e quantidade dos parâmetros atribuídos, exemplificado pela Figura 2.3.

ND / LOD	100	200	300	400	500
DESCRIÇÃO	BACIA SANITÁRIA	BACIA C/ CAIXA ACOPLADA	BACIA C/ CAIXA ACOPLADA BRANCA - ACIONAMENTO DUPLO	BACIA C/ CAIXA ACOPLADA BRANCA- ACIONAMENTO DUPLO (3 E 6 L)	BACIA C/ CAIXA ACOPLADA BRANCA- ACIONAMENTO DUPLO (3 E 6 L)
ALTURA	-	800	800	805	805
LARGURA	-	400	400	360	360
PROFUNDIDADE	-	700	700	665	665
FABRICANTE	-	-	DECA	DECA	DECA
MODELO	-	-	-	P.120/CD.12F	P.120/CD.12F
DATA	COMPRA	-	-	-	14/09/2019
	INSTALAÇÃO	-	-	-	27/09/2019

Figura 2.3 Exemplo de Níveis de Desenvolvimento

Fonte: Autor

Não existe uma delimitação universal, ainda que algumas referências sejam amplamente utilizadas, como as especificações da BIMFORUM e da AIA (*American Institute of Architects*), ocasionando certa subjetividade na verificação desses níveis.

Outro equívoco cometido é a possível equivalência do ND ao termo nível de maturidade, alinhado a outro conceito. Apesar da correlação, este se refere ao estágio da prática da metodologia dentro de um grupo, a sua progressão rumo ao uso pleno do BIM (CBIC, 2016), descrito segundo os níveis elencados a seguir.

0) 2D: Desenhos manuais ou baseados em CAD (2D ou perspectiva)

1) Modelagem: Uso de um único software de modelagem baseada em objetos dentro de uma única disciplina.

2) Colaboração: O compartilhamento de modelos baseados em objetos é realizado entre duas ou mais disciplinas.

3) Integração: A integração entre vários modelos multidisciplinares é feita através de servidores de modelos de redes baseadas em outras tecnologias.

A maior parte das empresas nacionais que tem aplicado a inovação só alcançaram o nível “2”, em parte pela falta de parceiros capacitados, mas, principalmente, pelas limitações tecnológicas, restrição ao desenvolvimento simultâneo dos modelos federados (CBIC, 2016). O modelo federado proporciona a visão holística de um empreendimento e resultado da integração plena do sistema. É dado pela junção de modelos autorais, produto exclusivo das várias disciplinas. São subdivididos em dois grupos, base e complementar. Os modelos base são o compilado da arquitetura e estrutura, relevantes pelo seu papel primário no desenvolvimento dos demais projetos, os complementares. As possíveis combinações entre os modelos autorais geram os modelos de compatibilização, muito explorados pela metodologia BIM, por possibilitar a detecção das interferências, conhecidas como *Clash Detection*. Seus tipos são categorizados abaixo.

Hard Clash: Ocorrência mais comum, resultado da sobreposição física dos elementos. Pode ser classificada conforme o grau de severidade, a fim de escalar os problemas pela facilidade de sua resolução. Exemplo: Um grande duto atravessando uma viga é uma interferência crítica, enquanto um pequeno duto atravessando uma laje pode ser considerada como branda.

Soft Clash: Caracterizadas como interferências funcionais, estão relacionadas a requisitos espaciais de determinados componente para seu uso. Exemplo: Um pilar localizado imediatamente a frente de um refletor, obstruindo a área de iluminação.

Clash Detection é só um entre os muitos usos do BIM, atividades as quais a metodologia se propõe a desenvolver. Os usos mapeados por diferentes entidades e pessoas, são apresentados

na Figura 2.4, adaptação do material da *Penn State University*. Dos 25 itens elencados, há três usos que tratam diretamente de aspectos críticos de qualquer empreendimento: qualidade, tempo e custo. A essas foi dado o nome de dimensões do BIM. A qualidade é expressa pelo projeto autoral, item 7, da figura, considerado como a terceira dimensão (3D), por ser, justamente, a modelagem tridimensional do objeto. A quarta dimensão (4D) foi atribuída ao fator tempo, ligado ao planejamento de fases, item 3, estruturado através de um cronograma e a quinta dimensão (5D), as estimativas de custos, item 2, materializadas em orçamentos, condição principal na viabilidade da maioria dos projetos. Ainda há quem considere correlações até a décima dimensão, sendo mais comumente encontradas descrições até a sétima, entretanto, divergentes entre si. Assim sendo, o estudo aceita as definições até o 5D, onde há consenso da literatura (ABDI, 2017).

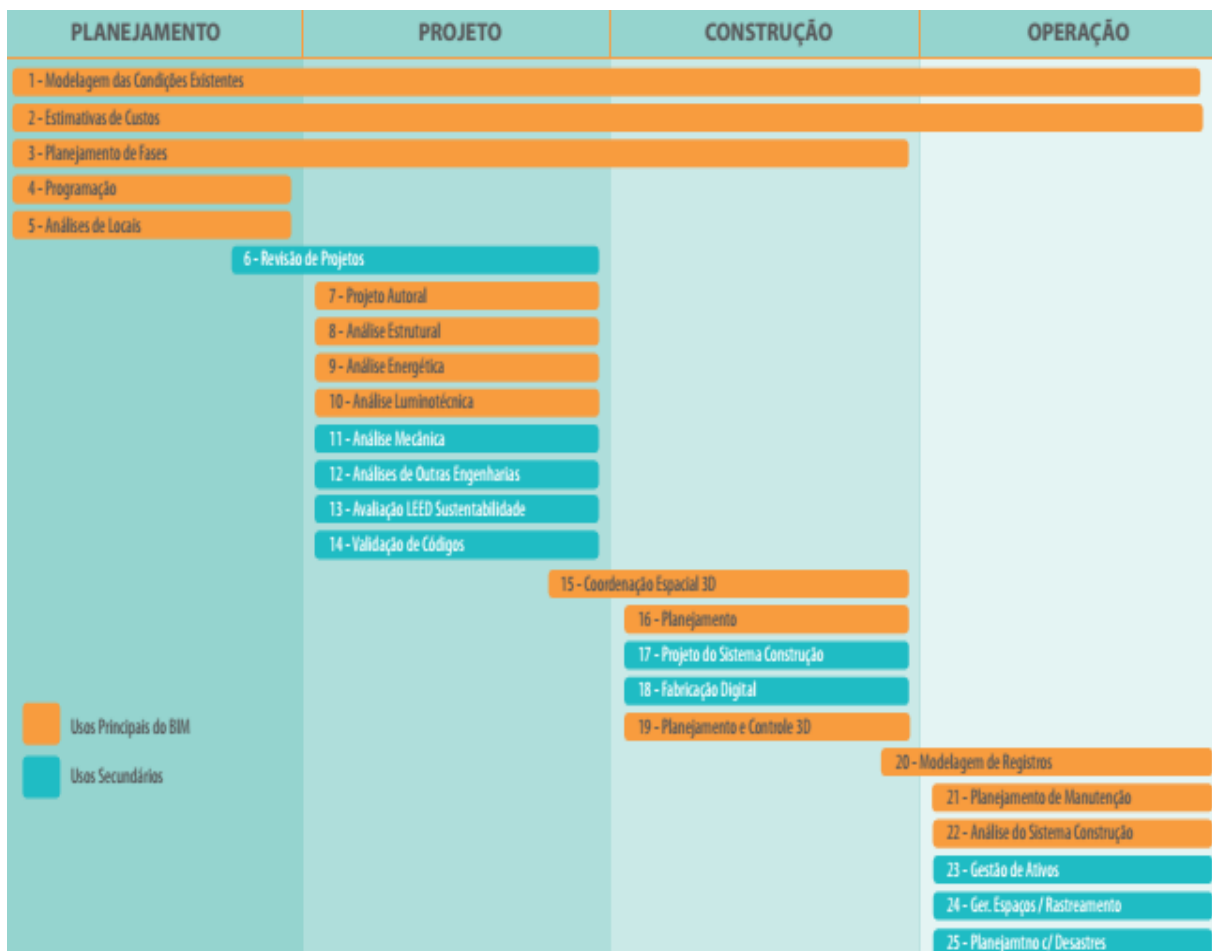


Figura 2.4 Usos do BIM

Fonte: (CBIC, 2016)

A colaboração é um princípio básico da metodologia. Centrada na comunicação, é pré-requisito não somente para pessoas, mas para a diversidade de programas que servem de ferramenta aos usos do BIM. Neste contexto se faz necessária um instrumento que capacite os diferentes *softwares* a trocarem dados que devem transmitir informações passíveis de entendimento e uso. É dessa necessidade que surge a interoperabilidade, entendida como o intercâmbio de dados úteis entre ambientes distintos, pressupondo a ausência do usuário, ou seja, é desnecessário qualquer esforço humano na tradução da informação (CBIC, 2016). Há dois modos para se armazenar ou transmitir um dado, por meio do formato proprietário ou aberto. O primeiro, também conhecido como formato nativo, diz respeito aos tipos originais de um programa, notáveis pela consistência das informações, sem perdas ou perdas mínimas quando transmitidas, contudo, decifradas apenas pelo próprio aplicativo ou parceiro com demanda específica. Por exemplo, o formato “.rvt”, arquivo original do Revit (aplicativo BIM) é lido somente pelo próprio software e parceiros, como NavisWorks, da mesma desenvolvedora, Autodesk (CBIC, 2016).

O segundo formato, é o que viabiliza a interoperabilidade, destacando-se pela habilidade em preservar a semântica independente do ambiente em que circula (ABDI, 2017), de forma que o significado original da mensagem seja transmitido, todavia sem que esta possam ser alterados. Devido a limitações tecnológicas, ainda não alcançou seu propósito absoluto, porquanto ainda perde informação nas transferências. Apesar disso é largamente empregado, dispondo de um representante global, o IFC (*Industry Foundation Classes*). Tipo de arquivo neutro, foi criado e está em constante desenvolvimento pela *BuildingSmart Alliance*, razão de ser do movimento *OpenBim*, defensores da disponibilidade de dados universais, aptos a rodar em qualquer sistema (CBIC, 2016). O IFC direciona ao nível “3” de maturidade, ao propiciar projetos sem restrições de participação.

Os conceitos básicos para o entendimento da implementação, assunto tratado a seguir, foram apresentados acima, seguindo, em síntese, a lista dos temas abordados para que se valide a absorção do conteúdo.

- ✓ BIM e suas unidades fundamentais (Pessoas, Processos e Tecnologias);
- ✓ Componentes BIM e seus relacionamentos (Componente, Vizinhaça e Sistema);
- ✓ Nível de Desenvolvimento (ND);
- ✓ Nível de Maturidade (0 a 3);

- ✓ Modelos BIM (Federado, Autoral e de Compatibilização);
- ✓ *Clash Detection* e seus tipos (*Hard* e *Soft*);
- ✓ Usos do BIM;
- ✓ Dimensões do BIM (3D, 4D e 5D);
- ✓ Interoperabilidade e formatos de arquivo (Proprietário, Aberto e IFC).

2.2 IMPLEMENTAÇÃO

Uma vez internalizados os conceitos básicos e as vantagens associados ao uso da metodologia BIM, é possível partir para o estudo de sua implementação. Os guias tomados como referência descrevem de forma distinta os passos a serem seguidos nesse processo, exemplificados pela Figura 2.5 e Figura 2.6. É possível observar que enquanto a primeira figura trabalha com etapas paralelas, a segunda segue uma sequência. Também são verificados diferentes passos, presentes em uma e ausentes na outra e vice-versa. Como exemplo, tem-se as etapas de previsão de ação motivacional da equipe e a operação assistida presentes no guia da ABDI, mas ausentes no guia da CBIC. Por outro lado, observa-se um passo voltado para os procedimentos de comunicação explícito na segunda figura e não observado na primeira. Apesar das particularidades, é possível alocar as diferentes etapas propostas em três fases mais amplas: preliminares, implantação e projeto-piloto. Essas grandes fases são resultado do uso híbrido dos passos propostos pelos três guias para o desenvolvimento de uma metodologia nova, proposta mais a frente, no item 4.



Figura 2.5 Passos da Implementação BIM

Fonte: (ABDI, 2017)



Figura 2.6 Passos da Implementação BIM

Fonte: (CBIC, 2016)

2.2.1 PRELIMINARES

2.2.1.1 MOTIVAÇÃO

As preliminares à introdução do BIM em uma empresa partem da motivação de uma pessoa ou mesmo um grupo a adotar a metodologia. O estímulo é crucial para direcionar à tomada de decisão, seja ela do tipo *top-down* ou *bottom-up*. A abordagem *top-down* é descrita como aquela em que a iniciativa de adoção parte de uma autoridade, em nível macro, uma exigência governamental, no micro, a ordem da gerência. Já o modelo *bottom-up*, a iniciativa independente de um mandato superior, em uma visão macro as organizações começam a usar a solução até que se difunda na cadeia e no micro tem-se funcionários introduzindo o uso ao longo do tempo até que o recurso seja reconhecido e adotado pela gerência. (COELHO, 2017)

2.2.1.2 DIAGNÓSTICO

Firmada uma escolha quanto ao prosseguimento da implementação, segue-se para o diagnóstico, caracterizado pelo ABDI (2017), como um descritivo do quadro atual da empresa que objetiva levantar dados base para a implantação. Sua estrutura se divide conforme as unidades fundamentais do BIM, de maneira que se possa avaliar ao longo de toda reestruturação o seu progresso. Em se tratando de pessoas, são descritas tanto as qualificações atuais como desejáveis para a função exercida, sendo sugerida a avaliação de aspectos comportamentais e operacionais de agentes pertencentes ou não a empresa.

O ponto mais complicado da etapa é o mapeamento dos processos, representados em fluxos de informação e trabalho. Documentos geralmente ausentes, são de grande validade na visão dos serviços individualmente e como um todo, o que facilita a percepção de gargalos a serem tratados com a nova metodologia, além de proporcionar registros para futura comparação.

Quanto aos itens da infraestrutura tecnológica, se descreve os aplicativos de projeto, sistema de armazenamento e distribuição de arquivos, a rede interna e seus componentes, sistemas de backup, de comunicação e coordenação, assim como servidores e microcomputadores. Esses dados servirão de base para tomadas de decisão a se realizarem na implantação.

2.2.2 IMPLANTAÇÃO

Para evitar confusões, é necessário um cuidado na distinção dos termos implantação e implementação, sinônimos que se diferenciam no contexto deste estudo por sua definição. Segundo o dicionário⁴, implantar é equivalente a adoção, estímulo ou fomento ao desenvolvimento de algo, enquanto implementar se associa ao ato de efetuar ou executar. Nesse sentido, entende-se implantar como a introdução do BIM em uma organização, resultado da capacitação e reestruturação de processos e tecnologias, ação de preparo para a implementação, que é, de fato, a elaboração de um projeto piloto, designado pelos critérios que se seguem.

⁴ (MICHAELIS)

2.2.2.1 ESCOLHA DO PROJETO PILOTO

Há empresas que se valem de projetos fictícios para não se arriscar a frustração junto a seus clientes, ressaltando, contudo, o alto custo para a organização, que assume completamente as despesas homem/hora. Entretanto, é habitual a seleção de projetos reais que tenham folga no prazo, o que flexibiliza o cronograma da implementação, quanto ao levantamento de recursos, capacitação e documentação (ABDI, 2017). É possível partir de outra perspectiva:

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. (CBIC, 2016)

Existe ainda outro ponto de vista, que de certa forma integra as duas linhas de pensamento acima, voltado para um conceito derivado do empreendedorismo, MVP. Sigla para *Minimum Viable Product*, traduzido por “Produto Minimamente Viável”, o termo se refere ao “conjunto de testes primários para validar a viabilidade do negócio”⁵. Quando aplicado ao projeto piloto, a escolha se dará por aquele em que o desenvolvimento desloca a menor quantidade de recursos e minimiza os riscos, trabalhando somente com o necessário, sem deixar de lado a eficiência para a inovação ser efetivamente inserida. Alinhado a própria cultura progressiva do BIM, o MVP implica na preferência por tipos construtivos usuais ou mesmo a escolha de poucas disciplinas a serem desenvolvidas. Conforme a equipe avança na compreensão dos processos é possível evoluir com projetos maiores e mais desafiadores.

2.2.2.2 OBJETIVOS DE PROJETO

Definido o projeto piloto é necessário avaliar quais serão, então, os objetivos deste, ou seja, os usos do BIM pretendidos. São identificados como objetivos pois é por eles que a empresa direciona em quais áreas se deseja consolidar o conhecimento, efetivado na prática projetual. Para essa escolha é preciso partir da localização das fases do ciclo de vida do empreendimento, apontado pela CBIC (2016) como primeiro e principal passo a nortear o processo. Na etapa de

⁵ <https://endeavor.org.br/estrategia-e-gestao/mvp/>

diagnóstico é verificado a necessidade de se levantar esses dados de atuação da empresa, que serão agora utilizados para direcionar a seleção das prioridades, visto que não haverá, necessariamente, coincidência entre as fases a serem trabalhadas e aquelas em que a empresa atua, podendo ser selecionados apenas algumas entre elas.

Os usos do BIM foram previamente apresentados segundo o ciclo de vida do empreendimento, assim, como consequência da seleção de fases, as possibilidades de usos são restringidas. A *PennState University*, responsável pelo mapeamento apresentado na Figura 2.4, faz a apresentação completa de cada um de acordo com os pontos a seguir⁶:

- a. Descrição
- b. Utilidade Potencial
- c. Recursos Necessários
- d. Competências Requeridas da Equipe
- e. Referências para Informação Adicional
- f. Possíveis Informações Geradas

São características que facilitam a escolha, porém, em virtude da extensão dos textos, optou-se por apenas detalhá-los posteriormente na aplicação, descrevendo somente aqueles que serão efetivamente elegidos pela empresa.

2.2.2.3 DEFINIÇÃO DE PAPÉIS

A depender dos usos, haverá diferentes papéis a serem desempenhados pela equipe, muitos são novos, resultados do advento do BIM. A AsBEA (2013) reconhece uma nova forma de classificá-los, ao ir além da visão tradicional onde uma equipe é composta de arquitetos e engenheiros para executar determinadas disciplinas, agora, as funções se subdividem em dois

⁶ https://www.bim.psu.edu/bim_uses/ (Tradução Livre)

grandes grupos, de projeto e de gestão da informação, apresentadas a seguir e estruturadas conforme a Figura 2.7.

Funções de Projeto

Modelagem: Pode ser do tipo complexa (envolve decisões de projeto e requer maior capacitação profissional da disciplina e ferramenta) ou simples (são complementares e requerem menos conhecimento, mas já exige a capacidade de antecipar conflitos), exemplificadas abaixo.

- Complexa: Lançamento de eixos, níveis e coordenadas.

- Simples: Inserção de portas em parede existente.

Complementação de Desenhos: Execução de itens que não comprometem a confiabilidade do modelo, nem requerem conhecimento pleno da ferramenta, como a criação e inserção de legendas e a identificação de ambientes.

Compatibilização: Estende-se a todos envolvidos e trata da identificação de conflitos, intradisciplinar ou interdisciplinar. Necessário profissional maduro para verificações mais sistemáticas que precisem de auxílio de softwares e gerar relatórios.

Funções de Gestão da Informação

Coordenação Geral do Modelo: Responsável por orquestrar a gestão da construção virtual pela elaboração e implementação do Plano de Automação e por coordenar e revisar o modelo. O Plano de Automação envolve o cronograma de desenvolvimento, objetivos, usos e ND, além do procedimento de intercâmbio da informação. Coordenar e revisar incluem a checagem visual e *Clash Detection*, validação de objetos, e nomenclatura de arquivos, bibliotecas etc.

Customização: Adaptação dos padrões da ferramenta aos internos à empresa e conforme necessidade de projeto, exigindo o conhecimento da ferramenta. Entre as suas

atividades pode-se destacar a configuração de estilos de linhas, objetos e materiais, organização de navegado e criação de estilos visuais.

Desenvolvedor de Bibliotecas: Modelagem de objetos que sigam critérios definidos pelo coordenador, em conformidade com os padrões internos, exigindo conhecimento da ferramenta.

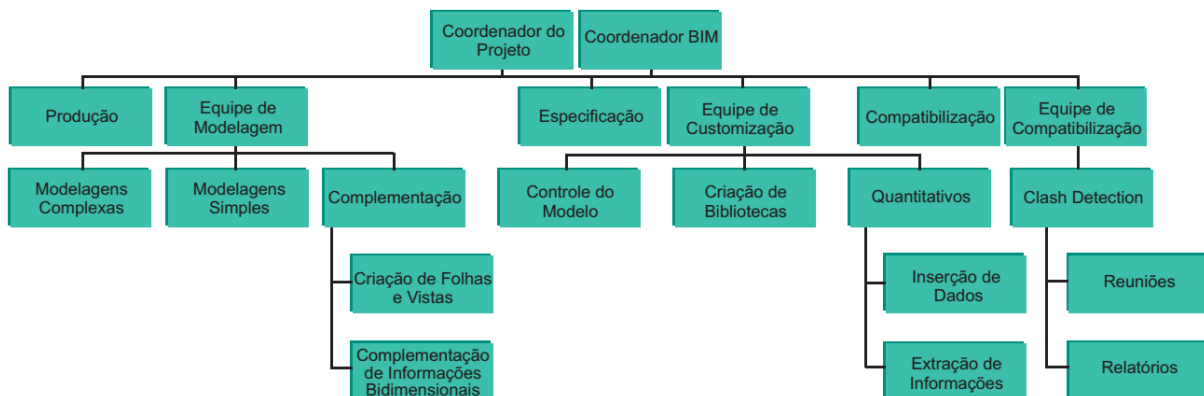


Figura 2.7 Funções em um Projeto BIM

Fonte: (AsBEA, 2013)

Outro papel resultante da nova metodologia é o Gerente BIM (*BIM Manager*), ou coordenador como apresentado pela figura acima. Esse indivíduo é o responsável pela estruturação das diretrizes de implementação, coordenação de equipes, capacitação de pessoas, organização dos processos, entre outros. Exige, assim, capacidade de liderança e relacionamento, organização e conhecimento do processo em sua integralidade, visão abrangente das disciplinas, iniciativa e tomada de decisão, além do conhecimento das ferramentas de forma geral. Mesmo que geralmente, externo a empresa, é possível que no caso de serviços de consultoria, um colaborador interno seja delegado e treinado para exercer tal função.

É importante comentar que uma mesma pessoa pode exercer diferentes papéis, ainda mais em um contexto de pequenas empresas. O cuidado na alocação dos colaboradores deve levar em conta, como descrito nas tabelas e sinalizado nas preliminares, tanto afinidade comportamental com a função, como habilidades na operação das ferramentas.

2.2.2.4 SELEÇÃO DAS TECNOLOGIAS

Alinhado a definição de usos e papéis a serem desenvolvidos, está a seleção das tecnologias. A escolha dos *softwares* em que se deseja trabalhar e por consequência a atualização de *hardware* necessária para o pleno funcionamento dos programas, são cruciais para o processo, sem deixar de vista as possíveis mudanças na rede e melhoras no ambiente de trabalho, adequando-se as demandas emergentes. O primeiro critério, então, é a definição das plataformas de trabalho. Hoje, as inúmeras opções variam em termos de funcionalidade, ferramentas disponíveis, interface e exigências do sistema, interoperabilidade, custo, tipo de licença, entre outros.

A grande quantidade de *softwares* impede a sua listagem e descrição completa, mas algumas desenvolvedoras merecem destaque pela relevância no contexto nacional, são elas: *Autodesk*, *AltoQi* (empresa nacional), *Trimble*, *Graphisoft*, *Bentley* e *Acca Software*. Há ainda produtos não ligados as organizações citadas, como *TQS*, *Synchro*, *ArchiBus* e *Augin* (aplicativo nacional), que trabalham, respectivamente, com projeto estrutural, planejamento 4D, gerência pós-obra e realidade aumentada. Sugere-se a busca diretamente nos sites dessas organizações por trazerem a apresentação integral dos programas e já indicarem os requisitos de *hardware*. Considera-se que:

Qualquer escolha relativa à infraestrutura de implantação tem prós e contras e deve ser avaliada adequadamente levando em consideração o modelo de negócio individual, as opiniões da equipe de produção, as experiências compartilhadas por outras empresas e o suporte oferecido pelos fornecedores. (ABDI, 2017)

Outro cuidado é a consulta prévia ao diagnóstico, avaliando o que já está disponível e que será aproveitado, recomenda-se, também, o cuidado em checar a interoperabilidade entre as soluções escolhidas, mediante pesquisa ou mesmo teste em versões avaliativas. Ressalta-se o fato da possibilidade de parceiros que trabalhem com outras ferramentas, devendo essas serem consideradas na escolha. Além disso, as empresas devem se atentar a busca pelas múltiplas opções gratuitas, geralmente complementares (*plugins*) que agregam ao desempenho nos serviços desejados sem afetar o investimento.

2.2.2.5 CAPACITAÇÃO

Seria um erro tratar a escolha das tecnologias como o aspecto fundamental na implantação, são instrumentos de suma importância no desenvolvimento dos trabalhos, mas o fator determinante no sucesso desta etapa é a capacitação dos envolvidos, validando a atualização da infraestrutura. Para ser efetiva, é preciso que esta englobe tanto o aprendizado cultural (teórico), como operacional (prático), ou seja, a equipe precisa entender o BIM e seus processos e saber como aplicá-los com as ferramentas disponíveis.

É crucial o conhecimento das disciplinas em suas particularidades, resultado da formação individual, porém, os colaboradores devem ser instigados a expandir sua bagagem técnica para cumprir a demanda por uma visão integral do processo, antevendo conflitos e viabilizando a comunicação entre as diferentes áreas participantes. A AsBEA (2013) indica os itens da Tabela 2.1 para conteúdo de treinamento, chamando ainda atenção a questões mais específicas, como carga horária e ambiente para as aulas, assuntos abordados somente na metodologia.

Tabela 2.1 Conteúdo de Capacitação

TIPO	CONTEÚDO
CULTURAL	Introdução ao BIM.
	Conteúdo teórico introdutório sobre a nova plataforma de trabalho.
	Novos processos de trabalho.
	Novos processos adotados a partir da implementação do BIM.
OPERACIONAL	Operações básicas do software.
	Conteúdo prático sobre ferramentas do software, interface operacional e aplicações em projeto.
	Operações específicas (exemplos): . Produção de bibliotecas; . Documentação de projeto; . Extração de quantitativos.

Fonte: Autor (adaptação do conteúdo da AsBEA)

2.2.2.6 SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO

No contexto de um projeto, a enorme quantidade de dados em circulação exige que a informação seja compreendida e transmitida de forma coordenada, porém, é recorrente o uso de codificações próprias por parte das empresas ao descrever seus produtos e serviços. Quando se pensa em BIM essa singularidade inviabilizaria qualquer forma de comunicação e é dessa necessidade que surgem os sistemas de classificação da informação, que:

[...] servem para criar estruturas analíticas de projetos (EAPs) padronizadas e codificadas, que poderão ser corretamente entendidas e interpretadas não apenas por seres humanos, mas também por diferentes softwares, viabilizando as chamadas Interações entre Humanos e Humanos (HHI), como também as Interações entre Computador e Computador (CCIs). (CBIC, 2016)

A ABDI (2017) destaca alguns sistemas estrangeiros, como *UNIFORMAT* e *UNICLASS*, dos Estados Unidos e Grã-Bretanha, respectivamente. Apesar da sua completude, não traduzem a realidade nacional, razão de abertura da CEE-134: Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção, responsável pelo desenvolvimento da normatização brasileira. Com bases na *OMNICLASS*, um dos sistemas internacionais de classificação, e na ABNT NBR ISO 12006-2:2010 - Parte 2⁷, surge a ABNT NBR 15965 - Sistema de classificação da informação da construção (ainda incompleta, já teve quatro, de suas sete partes, publicadas). Devido a relativa complexidade para seu entendimento e sua extensão sugere-se a leitura do 3º volume da coletânea CBIC, item 3.1.3, que com exemplos práticos descreve a NBR 15965 e como usá-la.

2.2.3 PROJETO PILOTO

Finalmente, discutidas as preliminares e a fase de implantação, pode-se avançar para o projeto piloto. Antes de entrar na prática, de fato, deve-se levar em conta que mesmo já dispondo das ferramentas e capacitação, não se pode esquecer o planejamento, aspecto

⁷ Construção de edificação - Organização de informação da construção - Parte 2: Estrutura para classificação de informação.

fundamental em um contexto BIM. Posto isso, se faz crucial o desenvolvimento do que é conhecido por Plano de Execução BIM ou BEP (*BIM Execution Plan*).

2.2.3.1 BEP

Documento de presença indiscutível em um projeto BIM, é o registro de referência para coordenação do projeto, fator de minimização de riscos. Seus objetivos são:

- a) Organizar os processos BIM ao longo do empreendimento.
- b) Definir, em maior ou menor grau de detalhe, as responsabilidades e produtos associados e o modelo de comunicação e implementação para todos os participantes do empreendimento, em todas as fases de seu ciclo de vida. (ABDI, 2017)

Como parte integrante deste plano, o guia traz um modelo de estrutura a ser seguida, comparada na Tabela 2.2 seguir com a sistematização proposta pela AsBEA (2013).

Tabela 2.2 Modelos de estrutura para um BEP

ABDI	AsBEA
Relação de participantes do projeto	Objetivos e usos do BIM
Definição das funções no projeto	Levantamento dos requisitos do projeto
Organograma do projeto	Definição das equipes
Instrumentos para colaboração	Procedimentos de colaboração
Responsabilidades no desenvolvimento dos elementos	Mapeamento do processo e cronograma de atividades
Responsabilidades no desenvolvimento dos Espaços	Controle de qualidade dos modelos
Definição de serviços e produto	Entregáveis

Fonte: Autor (adaptação do conteúdo das coletâneas ABDI e AsBEA)

É possível traçar um paralelo entre os dois modelos, verificando, em grande parte, aspectos comuns que apenas se valem de termos diferentes, por exemplo, definição de produtos e entregáveis, logo, por amostra, entende-se a universalidade desse documento e sua importância. A descrição de cada um dos seus itens será feita na metodologia, uma vez que é nela que se define os aspectos que, efetivamente, serão levados em conta para a aplicação. Ressalta-se, que este “ é um documento que certamente deve passar por ajustes ao longo do desenvolvimento dos serviços, seja pela entrada de novos participantes, seja pela identificação de novas necessidades” (ABDI, 2017).

2.2.3.2 TEMPLATES E FAMÍLIAS

O Plano de Execução é um dos produtos determinantes no estabelecimento de padrões internos de um escritório, tido como resultado singular de um projeto, caracterização também estendida aos *templates* e famílias. O *template* (nomenclatura utilizada pela Autodesk) é a forma como se organiza um modelo dentro de uma ferramenta, traduzida em um arquivo mutável que contém essas configurações. Entre elas estão a determinação das vistas de trabalho (plantas, elevações, 3D etc.), padrões de tabelas e pranchas, estilos de linhas e preenchimentos, entre outros. Essa estruturação, segundo AsBEA (2013), faz dos *templates* “importantes aliados à eficiência produtiva”, destacando a conveniência de atualizações periódicas que sanem os problemas identificados e melhorem o desempenho mediante observação dos usuários. A CBIC (2016) acrescenta que é lógica a criação de diferentes *templates* para disciplinas distintas, em razão dos requisitos individuais.

Além disso, ressalta-se, como parte de suas configurações, a possibilidade da inclusão de famílias, que são o agregado de objetos a compor o projeto. Devido ao peso dos arquivos, sugere-se seu armazenamento em pastas separadas e não necessariamente dentro dos *templates*. Essas pastas, assim, compõem a biblioteca, compilado de arquivos de famílias, objetos que podem ser tanto modelados como baixados já prontos. Há fornecedores que dispõem desses arquivos e os diferentes *softwares* também incluem componentes padrões, sendo notório, neste aspecto o trabalho realizado pela ABDI ao desenvolver a Biblioteca Nacional BIM (BNBIM). Lançada em novembro de 2018, com o intuito de expandir o uso da inovação, a BNBIM disponibiliza publicamente objetos virtuais, além de permitir *uploads* conforme regulamentos internos, assim tanto fornecedores como usuários podem carregar seus objetos no sistema.

2.2.3.3 O PROJETO

O desenvolvimento de um projeto em BIM, como discutido ao longo do estudo, certamente implica em novos processos, representados em fluxos de trabalho e informação inéditos, exemplificado na inclusão de fases periódicas de controle da qualidade, conforme a Figura 2.8.

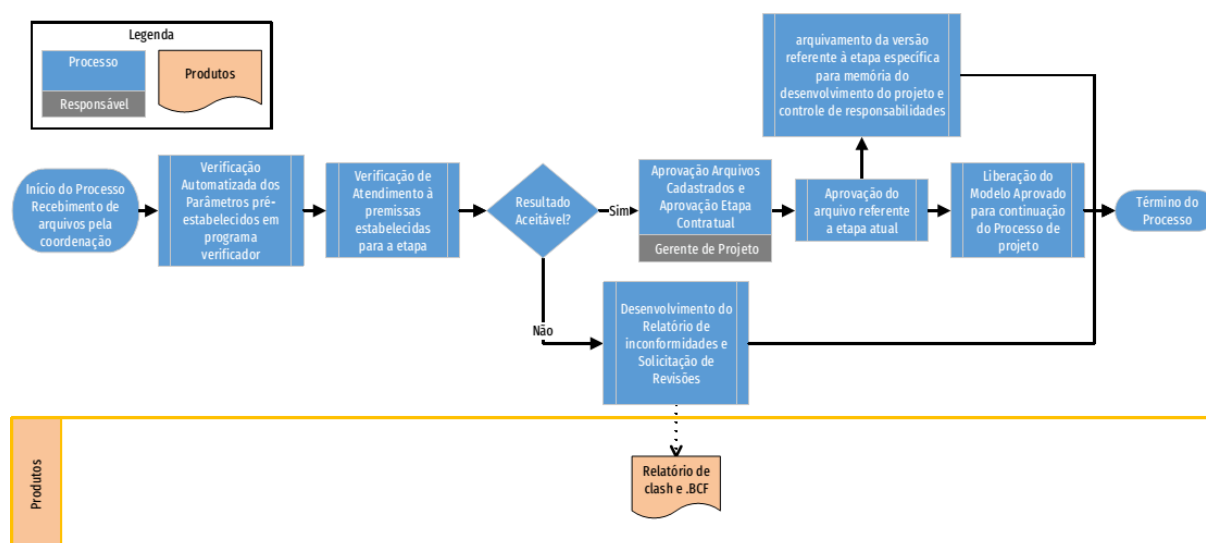


Figura 2.8 Fluxograma do Controle de Qualidade BIM

Fonte: (ABDI, 2017)

A nova fase se insere dentro de uma etapa como um todo, transformando-a. Entretanto, os normativos que definem as etapas são ainda os mesmos. Segundo a ABDI (2017) são 3 as normas passíveis de aplicação:

- I) **ABNT NBR 6492** - Representação de projetos de arquitetura;
- II) **ABNT NBR 13531:1995** - Elaboração de projetos de edificações;
- III) **ABNT NBR 16366** - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos.

Cada uma apresenta diferentes maneiras de estruturar o projeto, por exemplo, a primeira apenas define a divisão segundo estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo, enquanto as outras trazem mais ramificações. É preciso adaptar o tradicional a nova dinâmica, como representado pela Figura 2.9, onde a fase de controle de qualidade pode ser encaixada na “Avaliação e Liberação da Coordenação” dentro do projeto executivo. Estas são apenas amostras dos diversos fluxogramas mapeados tanto pela ABDI (Anexo 1) e AsBEA (Fascículo II), como pela CBIC (Volume 4).

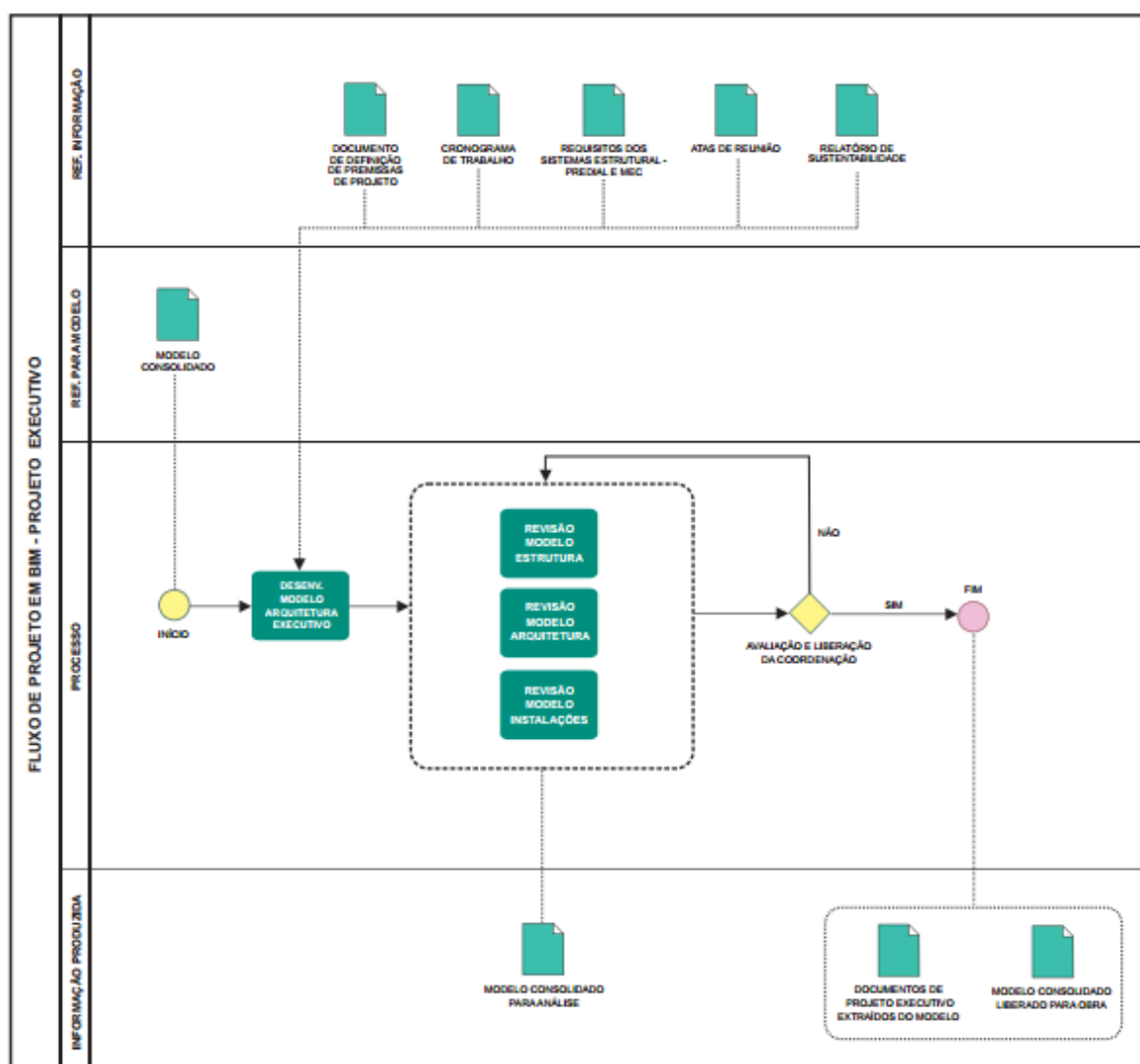


Figura 2.9 Projeto Executivo em BIM

Fonte: (AsBEA, 2013)

Outro aspecto a se inserir no processo de projeto é o que se chama de *Design Review* (Revisão de Projeto), caracterizado, como sessões presenciais de trabalho colaborativo. A ideia é que as soluções adotadas possam ser analisadas criticamente com uma visão geral, possível somente na presença da equipe em sua integralidade e assim se providencie as ações necessárias a continuidade do trabalho (AsBEA, 2013). É preciso recordar que no desenvolvimento individual das disciplinas o cuidado em pensar no todo já deve ser tomado, e são estes encontros que verificam se isso está ocorrendo de fato. Chama-se atenção ao fato dos produtos, por exemplo, orçamento e cronograma, serem adiantados, como visto na Curva de *Macleamy*, e atualizados automaticamente dada a coordenação da informação no modelo, tornando possível a definição de pontos para verificação destes entregáveis ao longo do processo, logo, sua adequação as premissas estabelecidas é avaliada constantemente.

Também afetados, os fluxos de informação devem ser levados em conta, portanto, a definição de como é feita a comunicação entre os projetista, quanto a observações e atualização de modelos, definição dos momento para carregá-los no sistema, os formatos a serem utilizados e ainda o acesso a edição e visualização precisam estar bem definidos. Além do mais, os novos entregáveis devem ser pensados, uma vez que o modelo paramétrico permite a retirada de diversas informações, dificilmente acessadas anteriormente. O que for útil ao projeto é incluído, bem como as atualizações necessárias àqueles produtos já existentes, como exemplo, a inclusão de esquemas tridimensionais nas pranchas que facilitem a interpretação em campo de pontos críticos, uma das justificativas para o uso do 3D.

São todos fatores que influenciam diretamente nos formatos de contratação, cujas principais modalidades destacadas pela ABDI (2017) são citadas a seguir.

- 1) *Design-Bid-Build* (DBB) ou modelo tradicional (Projeto-Licitação-Contratação);
- 2) *Design and Build* (DB) ou Projeto-Construção;
- 3) *Construction Management at Risk* (CMAR) ou Gestão da Construção por Administração com Risco para a Gerenciadora;
- 4) *Integrated Project Delivery* (IPD) parte da Produção Integrada do Empreendimento.

A finalização do projeto piloto se dá em um período de avaliação e revisão, fornecendo registros que firmem o conhecimento adquirido e facilitem a expansão da empresa para fazer novos usos do BIM. Entre os entregáveis propostos para este momento estão o memorial descritivo da implementação, manuais de uso das ferramentas e práticas de projeto, sistematizando o que possa traduzir os padrões estabelecidos e referências para novos participantes.

3 METODOLOGIA

3.1 DESENVOLVIMENTO

A implementação foi propositalmente desenvolvida conforme o encadeamento de passos percebidos como mais adequados a realidade de uma pequena empresa, justificados neste capítulo e apresentados em adaptação cronológica pela Figura 3.1, referência para o desenvolvimento de uma metodologia própria. Além disso a ilustração prevê a especificação de responsabilidades em cada uma das etapas, separando as ações em tipo atividade (em azul) ou tipo definição (em verde). Outro fator levantado é o tempo necessário a realização de cada fase, seguida da discussão do que será efetivamente tomado como padrão para o estudo de caso.

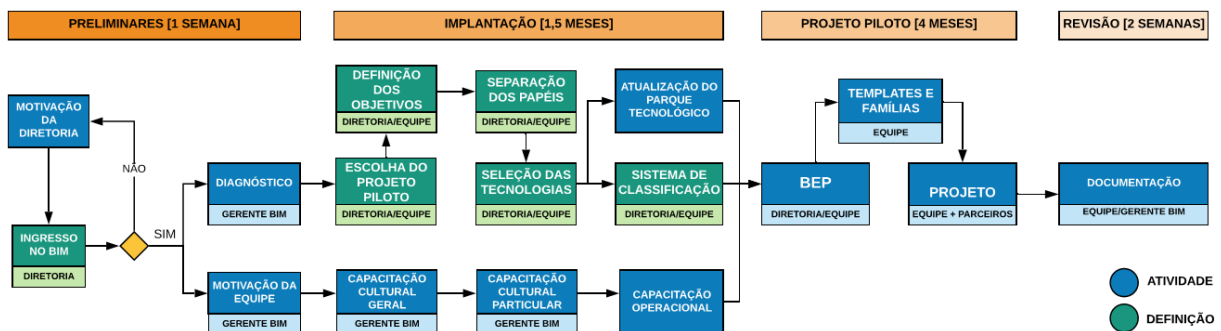


Figura 3.1 Plano de Implementação BIM

Fonte: Autor

Pensada para ser desenvolvida em aproximadamente seis meses, tempo que satisfaz a demanda para entrega deste estudo e permite folga de atuação da empresa, a implementação tem início nos primeiros contatos de pessoas com a metodologia BIM, responsável pela impulsão de seu uso. Dá-se, assim, a entrada já na fase preliminar, conforme apresentado na figura acima. No contexto de pequenas empresas, é possível que, mesmo sobre iniciativa *bottom-up*, a alta gerência seja alcançada rapidamente, mas a melhor opção é, sem dúvida, trabalhar com o modelo *top-down*, pois é a diretoria que possui o efetivo poder de decisão, tornando mais rápida a inserção do BIM. Por essa razão a motivação desta diretoria é o passo inicial, que acontece de maneira ativa, quando, por iniciativa própria são realizadas pesquisas sobre o assunto, e de maneira passiva, quando um terceiro o apresenta, motivo de não ser

atribuída responsabilidade, posto que não se sabe ao certo sua origem. Seja qual for, deve abarcar o porquê da adoção do novo método, assim como as diretrizes de uma implementação, objetivando encaminhar a empresa a decisão pelo ingresso no BIM, responsabilidade da diretoria em um sistema *top-down*. Em caso negativo o processo volta a motivação, buscando torná-la efetiva, em sinal de cuidado a empresa, sinalizando a inevitabilidade da nova metodologia

Ainda em fase embrionária a prática da cultura colaborativa, traduzida no nivelamento do conhecimento, se faz presente ao incluir toda equipe envolvida em um momento de motivação, fator primordial no combate a inércia e resistências às mudanças, parte das barreiras apresentadas pela CBIC (2016). Neste momento são apresentadas as vantagens do BIM e diretrizes de atuação, igualmente discutidas com a diretoria, indica-se aqui o uso da Cartilha CBIC e a própria Figura 3.1.

O diagnóstico é disposto em paralelo por independe da motivação da equipe, sendo realizado a qualquer momento após a decisão da diretoria. O mapeamento a ser feito pelo gerente BIM deve ser capaz de avaliar a situação atual, assim como particularidades da organização para facilitar a evolução rumo a nova metodologia, levando em conta as unidades fundamentais, acrescentadas do levantamento de dados da própria empresa segundo seu perfil de atuação. As características a serem levantadas no diagnóstico são resultado do preenchimento da Tabela 3.1.

Tabela 3.1 Diagnóstico

EMPRESA	PESSOAS	TECNOLOGIAS
TIPOS DE SERVIÇOS PRESTADOS	NOME	<i>SOFTWARES</i>
SISTEMAS CONSTRUTIVOS USUAIS	FORMAÇÃO	<i>HARDWARE</i>
SERVIÇOS EM ANDAMENTO	FUNÇÃO	SISTEMA OPERACIONAL
PERFIL PRINCIPAL DE CLIENTES	<i>SOFTWARE</i> E NÍVEL	PROCESSAMENTO
MARKETING	PROCESSOS	ARMAZENAMENTO
EXPERIÊNCIA COM BIM	FASES DE ATUAÇÃO	MEMÓRIA E VÍDEO
ÁREAS DE INTERESSE	DISCIPLINAS DESENVOLVIDAS	SERVIDOR
OBJETIVOS E METAS	FLUXOS DE TRABALHO	REDE
DISPONIBILIDADE DE CARGA HORÁRIA	FLUXOS DE INFORMAÇÃO	SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO
DISPONIBILIDADE DE INVESTIMENTO	BANCO DE DADOS	INFRAESTRUTURA DE APOIO

Fonte: Autor

De volta ao plano de implementação, observa-se um curto espaço de tempo dedicado a fase “preliminares”, visto que a motivação da diretoria pode ser imediatamente acompanhada de uma definição, sendo possível até mesmo um modelo alternativo em que a equipe se una a diretoria, mas o comum é seu desenvolvimento conforme registrado, sendo a maior parcela do tempo dedicada ao diagnóstico da empresa. Avançando a seguir para a implantação, destacada pela Figura 3.2.

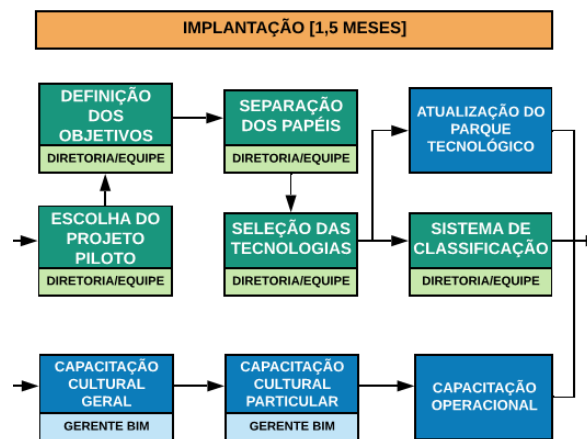


Figura 3.2 Fase de Implantação

Fonte: Autor

A fase de implantação começa na escolha pelo projeto piloto, decisão que será tomada segundo o pensamento MVP, visto anteriormente, estendido nesta metodologia a outras decisões. Para uma pequena empresa, geralmente mais limitada em recursos financeiros e humanos, é preciso ainda mais atenção no avanço progressivo e seguro do entendimento do processo, sem se pôr em risco, e principalmente os clientes. Sendo assim, as seguintes questões devem ser levantadas:

1. Quais os possíveis empreendimentos a serem desenvolvidos como projeto piloto?
2. Qual o tempo estimado para realização de cada um deles?
3. Qual o tempo disponível?
4. Quais os tipos construtivos usuais da empresa?
5. Qual o nível de complexidade em relação ao que já é realizado pela organização?
6. Quais as vantagens e desvantagens das opções apresentadas?

As perguntas se estruturam de forma eliminatória, criando por fim uma lista de concorrentes ao projeto piloto. O primeiro corte se faz por questões de prazo, refinado pela afinidade da empresa com o tipo construtivo a se desenvolver e, por fim, uma avaliação subjetiva, buscando a discussão que leve em conta características internas, razão da etapa ser responsabilidade da diretoria, mas auxiliada pela equipe de projeto. Verifica-se que a quarta pergunta já tem resposta prévia dada pelo próprio diagnóstico, ressaltando sua importância ao longo da implantação.

Como a ideia é trabalhar com o mínimo viável, mas sem deixar de lado a eficiência, faz sentido que todos os esforços se concentrem em um objetivo comum, o projeto, evitando, por exemplo, que a equipe seja treinada para trabalhos que não irá desenvolver, e assim, na falta de prática, possam ser esquecidos. Isso implica no retrabalho, um dos grandes inimigos do BIM, fundamentando a escolha do projeto piloto no começo da implantação, a fim de direcionar os investimentos, seja em pessoas ou tecnologias.

Juntamente a esta decisão, é possível dar início ao processo de capacitação cultural da equipe, superando o segundo obstáculo apresentado pela CBIC (2016), a dificuldade de entendimento e compreensão. Não há recomendação explícita quanto a carga horária, mas o importante é que tanto conceitos básicos como o panorama geral de projeto sejam apresentados até o momento da definição dos papéis. A partir daí a capacitação deve tomar um rumo individual, discutido posteriormente. Como conteúdo, sugere-se o segundo capítulo deste trabalho, limitando-se a apresentação de usos antes da definição de objetivos, funções de trabalho antes da escolha dos papéis e ferramentas antes da seleção de tecnologias.

Avançando para definição dos objetivos, não há exigência para usos específicos, contudo é aconselhável trabalhar inicialmente com, no mínimo, aqueles referentes as dimensões do BIM (3D, 4D e 5D) por tratar justamente de aspectos que terão maior relevância na percepção dos ganhos com a inovação e base para progredir com novas atividades, adequado também a lógica progressiva do BIM. Em sequência, a definição dos papéis deve ser feita de acordo com a proposta da AsBEA (2013), levando em conta também os usos definidos anteriormente, visto que alguns não são tratados por esta classificação de forma, fazendo as adaptações necessárias à realidade da empresa. A etapa ainda trata de funções gerais, mais especificadas para projeto no BEP, descrito a frente. Em grandes empresas é possível que nem toda equipe faça parte da implementação, já no contexto do pequeno porte é provável que

colaboradores se envolvam integralmente, somado a parceiros externos a empresa, que podem assumir algum papel e por isso devem ser incluídos no diagnóstico.

Como comentado, é proveitoso o avanço da capacitação teórica para o particular, consequência da especificação das funções de trabalho. Os diferentes papéis implicam em treinamentos distintos, todavia, complementares. Mesmo dentro da cultura colaborativa há pessoas que dominam certas áreas e procedimentos, e isso é necessário, entretanto, são também responsáveis por apresentar ao resto da equipe o seu funcionamento, não em profundidade necessária para criar especialistas, mas para nivelar o entendimento do processo e tornar os fluxos de trabalho e informação eficientes. Os conteúdos aqui tratados entram em conceitos mais profundos e dispersos em diferentes leituras, o que torna responsabilidade do gerente BIM tanto a seleção do material quanto sua apresentação. Também, de difícil mensuração, a carga horária desta etapa dependerá do tempo até o fim da fase de implantação, quando já se requer os conhecimentos específicos para dar início ao projeto piloto.

Para a sequência de decisões descritas, que levam em consideração particularidades da empresa, devem estar sempre presentes a diretoria auxiliada pela equipe, com o gerente BIM apenas como mediador, responsável por indicar aspectos relevantes a serem considerados antes das escolhas. Isso também vale para seleção de tecnologias onde o cuidado adicional deve ser tomado por envolver os principais gastos da implementação. Por isso o passo só se encontra aqui, baseando-se no filtro das definições anteriores, com a intenção de não ocorrerem desperdícios de capital. A escolha deve refletir o seguinte:

Os aplicativos de projeto têm poucas diferenças entre si: alguns são mais eficientes no uso dos recursos do computador, outros melhores na representação gráfica. O que varia significativamente é o custo das licenças e o modelo de comercialização. A opção por uma ou outra plataforma depende de questões como porte, capacitação preexistente, facilidades de aquisição e suporte técnico. (ABDI, 2017)

O detalhamento acurado dos *softwares* será feito somente na aplicação, com aqueles definidos pela empresa. Outro resultado desta etapa é a atualização do parque tecnológico para atender aos novos requisitos de rede, armazenamento e processamento dos programas, materializado na compra de equipamentos. Mais uma vez, a atenção é chamada a consulta ao diagnóstico, destinada a verificação do que já está disponível e pode ser útil, sendo os investimentos feitos com o que realmente for necessário. É comum que os computadores já presentes em empresas de engenharia e arquitetura tenham capacidade suficiente para atender

os requisitos mínimos demandados pelos *softwares* BIM, de modo que os recursos disponíveis geralmente se voltem para melhora da rede e armazenamento em nuvem. Salienta-se ainda o cuidado com as instalações de apoio para atendimento das etapas de capacitação, de maneira que a empresa, caso não o tenha, invista em seu próprio espaço ou mesmo no aluguel de salas externas.

A reestruturação tecnológica não tem responsabilidade definida devido ao envolvimento de terceiros que trabalham na instalação física de equipamentos, assim como na configuração de sistemas que necessitem de conhecimento técnico específico. De modo semelhante, a capacitação operacional para o uso das novas ferramentas de projeto, é ministrada por terceiros, seja por cursos presenciais ou virtuais. É possível que o gerente BIM já tenha o domínio da ferramenta e possa se responsabilizar, no entanto, dada a grande quantidade de *softwares* disponíveis é raro que isto aconteça. Sugere-se a procura por ementas flexíveis que permitam o direcionamento aos usos a serem desenvolvidos no projeto, recomendando-se, da mesma forma que na capacitação teórica, aulas individualizadas, conforme os papéis a serem desenvolvidos, uma vez que para cada serviço haverá diferentes funcionalidades a serem aprofundadas

Finalmente chega-se à definição do sistema de classificação, último tópico da implantação. Como visto a ABNT NBR 15965, ainda que não esteja pronta, certamente será uma futura referência no país para todo processo de gestão da informação de projetos, razão pela qual, a norma é sempre citada nos mais diversos guias e manuais. Recomenda-se que já se estruture uma classificação que se vale do que está disponível, se preparando para o que ainda virá, e uma vez pronto, a transição para o sistema será simplificada (DGPO/SIEL - PR, 2018). Ressalta-se que este pode ser um passo trabalhoso, apesar de recompensador em caso de sua correta estruturação, cabendo a diretoria e equipe fazer a escolha.

O tempo destinado a implantação é de um mês e meio, com dedicação maior a etapa de capacitação operacional. Para entender as funcionalidades de determinado *software* é possível que se use até 40h de aula (AsBEA, 2013), assim, considerando a prática e aprofundamento, e a possibilidade de uso de múltiplas ferramentas, destinar um mês a essa atividade é o ideal, de maneira que não se sobrecarregue a equipe afetando outros serviços em andamento. O resto das atividades podem ser facilmente distribuídas ao longo das duas semanas restantes.

Progredindo então para a o projeto piloto, destacado na Figura 3.3, especificamente em sua preparação, cria-se o BEP, cuidadosamente descrito a seguir, por ser produto primordial no desenvolvimento de projeto que atenda tanto às necessidades quanto objetivos da empresa. É

recomendado que seja feito em formato de planilha pela facilidade na organização de seus itens e posteriormente publicado em formato de edital, sendo suas partes apresentadas a seguir.

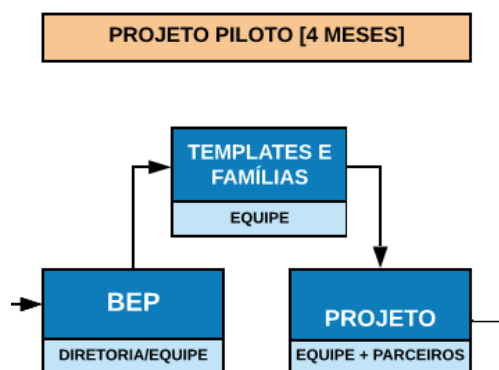


Figura 3.3 Fase de Projeto Piloto

Fonte: Autor

1. Descrição do Empreendimento

É apresentada aqui, de maneira geral, a caracterização do empreendimento bem como os objetivos traçados para este, o que inclui o registro dos primeiros passos da implantação: definição de projeto e usos do BIM. A Tabela 3.2 é uma adaptação de parte da planilha editável da ABDI para o BEP, apontando quais devem ser os itens levantados, preenchendo-se os espaços.

Tabela 3.2 Descritivo do Empreendimento

IDENTIFICAÇÃO	OBJETIVOS
Nome do empreendimento	Certificações pretendidas
Localização (coordenadas de origem)	Nível de desempenho (ABNT NBR 15575)
Endereço	Disponibilidade orçamentária
CONTRATANTE	Prazo almejado para a concepção
Representante(s) autorizado(s)	Prazo almejado para a execução
CNPJ ou CPF	Ciclo de vida previsto para o projeto
CARACTERIZAÇÃO	Outras diretrizes pertinentes
Classe de uso e forma	Fases de Atuação
Porte	Usos do BIM

Fonte: Autor, adaptação ABDI

Para descrição da classe de uso e forma é recomendada a consulta a tabela 4U da ABNT NBR 15965. Mesmo que não se opte pela sua adoção o campo deve ser preenchido segundo as mesmas diretrizes. O uso é a função da entidade construída, ou seja, o propósito da ocupação principal. Assim, a função residencial ou comercial podem ser classes de uso para um arranha-céu, caracterização que abarca o conceito de forma, descrição física do empreendimento (CBIC, 2016), complementada pelo detalhamento do seu porte, que leva em conta a possível quantidade de pavimentos, área ocupada, entre outros indicadores de tamanho.

É interessante que se levantem os requisitos de projeto em termos dos ambientes que comporão a edificação. A proposta é que se tome como referência a classificação de espaços da tabela 4A da norma, o que pode ser feito também segundo classificação própria, especificando as exigências para os espaços quanto ao uso, área, acabamento, segurança, ocupação, iluminação, ventilação etc. Propõe-se a consulta a planilha “MDRE (Matriz de definição de requisitos dos espaços)” no Anexo I do guia ABDI.

2. Definição dos Fluxos de Trabalho e Entregáveis

O primeiro passo deste tópico é a definição das etapas de projeto, conforme apresentado em apêndice, critério que depende dos procedimentos já realizados e registrados no diagnóstico. Como são aspectos particulares a empresa, os fluxos e entregáveis só serão apresentados em profundidade na aplicação, mas registra-se aqui a necessidade de sua inclusão neste plano, lembrando os novos produtos, modelos BIM (apresentado na seção dos conceitos) e entregáveis discutidos na seção 2.2.3.3. Outro produto resultante desta etapa é o cronograma de projeto, distribuindo cronologicamente o trabalho no período definido. Exemplo de itens elementares na composição do cronograma são os momentos em que se dão as compatibilizações, checagem de qualidade dos modelos e sessões de *Design Review*.

3. Distribuição das Responsabilidades

É desejável que aqui se dedique esforço especial para prever, com maior precisão possível, os serviços a serem prestados, para então dividi-los entre os participantes, conforme as etapas definidas anteriormente. O intuito é que, em coerência ao BIM, se antecipe para

melhor controle dos resultados a frente. Em termos de modelagem propõe-se que a distribuição de responsabilidades seja feita segundo a tabela 3E da norma de classificação. Da mesma maneira que se fez previamente, mesmo que o sistema não seja usado é preciso seguir a ideia proposta. A tabela 3E da norma trata de elementos do projeto:

Um elemento é um componente principal, uma montagem, “uma entidade da construção ou parte que, por si só ou combinada com outras partes, desempenha uma função predominante na entidade construída”. As funções predominantes podem ser, por exemplo, estruturar, vedar, realizar serviços numa instalação ou edificação e também incluir um processo ou uma atividade. (CBIC, 2016)

A tabela contém justamente os componentes de um modelo, definindo-se para cada um deles o responsável. Igualmente, devem ser designados responsáveis nos processos de maneira geral, por exemplo, atribui-se a indicação dos diferentes requisitos de espaços, descritos anteriormente, a pessoas específicas, como também a responsabilidade pela análise solar ainda em etapa de viabilidade. Mais uma vez, é indicada a consulta ao Anexo I da ABDI, à planilha “MRDEP (Matriz de responsabilidades no desenvolvimento dos elementos projetuais)”. O registro de funções, previamente verificadas no diagnóstico, e aquelas estabelecidas na implantação são base para divisão dos papéis específicas, portanto, também se incluem nesta parte.

4. Sistematização dos Fluxos de Informação

Esta etapa pode ser subdividida nos seguintes procedimentos:

a) Colaboração

São diversos os envolvidos, assim como os programas utilizados em um projeto em BIM. Neste contexto devem ser sinalizados os formatos em que serão compartilhados os arquivos, se proprietários ou em IFC, levando em conta até mesmo as versões das ferramentas em que se trabalha, unidades utilizadas e o estabelecimento de coordenadas de referência. São todos cuidados a serem tomados para garantir a correta interoperabilidade entre os sistemas.

Além do mais, determinam-se *worksets*, descrito pela ABDI (2017) como “recurso para compartilhamento de trabalho, que permite a diversos usuários trabalharem em um modelo sem

conflitos de um sobre o outro”. A ideia é que os múltiplos usuários tenham seu acesso restrito, com edição limitada a sua respectiva disciplina, ou mesmo dentro dela, somente a determinadas áreas, resultado da atribuição de responsabilidades.

Neste ponto são fixados os padrões para comunicação entre projetistas. É possível que as observações a serem feitas nos modelos sejam realizadas através de BCFs (*BIM Collaboration Format*), arquivos capazes de localizar comentários no projeto, sinalizando alguma observação ou alteração a ser feita. Sua vantagem é a aceitação pelas mais variadas plataformas feita a instalação de *plugin* específico, porém são envios manuais. A outra opção é a comunicação em tempo real por aplicativos específicos. É orientado o uso do BCF para projetos menores e equipes pouco numerosas (ABDI, 2017).

b) Compatibilização

Segundo a AsBEA (2013), “O processo BIM tem como premissa a colaboração contínua e concomitante de todas as disciplinas no desenvolvimento do projeto. O que faz com que a compatibilização ocorra em grande parte, ao longo do processo”. Seja em momentos definidos no fluxo de trabalho com checagens mais aprofundadas, ou mesmo aquelas corriqueiras, é preciso estabelecer critérios de análise, definindo de forma objetiva regras para proceder as correções, escalando-as conforme o grau de severidade e estabelecendo rotinas de alteração para automatizar o sistema. A comunicação das interferências é feita segundo o padrão definidos nos procedimentos de colaboração.

c) Armazenamento e distribuição de dados

Os cenários possíveis para o armazenamento e intercâmbio de informações se conectam diretamente ao nível de maturidade de uma organização. Em situação ideal se teria o trabalho integrado em um mesmo modelo online, comprometido pelas baixas velocidades de conexão e divergência de ferramentas. Na realidade nacional, o ideal para pequenas empresas é escolha pelo que a AsBEA (2013) descreve como o cenário corrente: “modelos de todas as disciplinas sendo desenvolvidos em cada escritório específico e disponibilizados em servidores de hospedagem, a partir de seus uploads”, traduzido nos modelos federados. Cabe ao BEP justamente a definição e registro da periodicidade em que estes carregamentos devem ser feitos para atender aos requisitos do cronograma de projeto, bem como a escolha dos locais para

envio, além da forma como serão comunicadas entregas e atualizações. O mapeamento dos procedimentos de segurança é outro ponto crítico, por isso incluir aqui a sistematização de ações de *backup* e restrição do acesso a terceiros.

d) Classificação, Nomenclaturas e Estruturação de Pastas

Como já discutido, um sistema de classificação é de grande relevância para um projeto em BIM, sendo a anotação da escolha feita neste plano. Estende a esta parte o estabelecimento de padrões para nomenclatura de arquivos. Por ser comum que uma empresa possua práticas estabelecidas, o assunto só será desenvolvido em aplicação. Contudo, é possível que estas não sigam as diretrizes ideais, destacando-se então, apenas a necessidade de nomenclatura objetiva e clara, conforme classificação de norma ou própria, incluindo o nome do responsável por aquele arquivo e a sinalização da fase em que se trabalha.

Outra prática de suma importância é a organização e correta estruturação de pastas de trabalho. É sugestão do autor a estruturação em 4 tipologias principais, descritas a seguir:

A) Em Desenvolvimento: Modelos em fase de concepção, que estão ainda sendo modificados para produzir um determinado produto.

B) Compartilhados: Modelos entendidos como prontos e disponibilizados pelo autor para revisão, passíveis de retornar a pastas “A” caso estejam entendidos como incompletos ou para ajuste de erros.

C) Emitidos: Modelos compartilhados aprovados em revisão e prontos para serem levados a execução. Podem ser usados para todo processo de compatibilização quando houver arquivo específico para tal uso, disponibilizado pelo autor, feito a filtragem para redução de dados.

D) Arquivados: Modelos rejeitados em revisão, ou arquivos para compatibilização sem utilidades futuras (resultado de modelos sobre demanda específica).

Seguindo a subdivisão conforme as disciplinas ou EAP estabelecida, ao adentrar estas pastas deve-se encontrar, para “A” e “B”, os diferentes formatos (Nativo, IFC, CAD, PDF, entre outros) necessários ao uso próprio ou de terceiros. Dispõe-se em “A” o correto local para

armazenar *templates*, famílias e arquivos que necessitam de compartilhamento temporário, tomando, para “C” e “D”, o cuidado no registro correto de datas. Semelhante as nomenclaturas, que podem já seguir padrões particulares do escritório, deve-se atentar a atualização dessas estruturas para atender as novas demandas características de um projeto em BIM, cabendo ao plano sistematizar as especificações estipuladas.

5. Caracterização dos critérios de controle de qualidade

O controle da qualidade de arquivos se inicia na avaliação do próprio projetista do que se produz. Cabe ao BEP estabelecer regras internas, requerendo a verificação prévia de: “consistência das conexões entre elementos e a ausência de conflitos antes de seu envio para o servidor central ou para o sistema de distribuição de arquivos da coordenação” (ABDI, 2017). Distribuídos os arquivos, é hora de proceder com a avaliação da sua conformidade com os requisitos predefinidos na caracterização do empreendimento. Ainda:

[...] podem ser usados programas de verificação do modelo (Model Checker), que podem ser mais simples, verificando apenas a geometria dos elementos e seu posicionamento relativo, ou mais sofisticados, que verificam o atendimento a regras de projeto, tais como coeficiente de iluminação e caimentos. (ABDI, 2017)

As condições não explicitadas anteriormente, relativas a escolhas feitas apenas em aplicação, e que se desejam avaliar, são registradas nesta etapa. Entre elas pode-se destacar o ND, que, como já discutido, não possui delimitação universal. Daí necessidade de documentação do que será efetivamente tomado como base, recomendado aqui o uso da AIA, descrito pela Figura 3.4. É necessário cruzar estes níveis com os respectivos requisitos para os elementos conforme as fases de trabalho, sendo este registro feito juntamente ao de responsabilidades na “MRDEP”, exemplificado na Figura 3.5.

Relembra-se aqui o cuidado na definição da periodicidade de datas ou momentos de controle estabelecido no cronograma de projeto, incluindo as devidas avaliações de validade de dados. Estas consistem na verificação da funcionalidade das informações que foram atribuídas a determinado elemento, ou seja, se os dados e a forma como foram inseridos realmente permitem sua utilização. Contempla, por exemplo, a visualização prévia de arquivos em leitores

de IFC para averiguar se tudo está conforme os arquivos originais, ou mesmo a checagem do devido georreferenciamento nas plantas topográficas. A avaliação destes aspectos é de extrema importância na garantia da assertividade de orçamentos, já que afetam diretamente na os dados a serem extraídos para os quantitativos.

100	200	300	400	500
Equivale ao Projeto Conceitual.	Similar ao projeto esquemático.	Os elementos do modelo definirão as montagens de modo preciso em termos de quantidades, tamanhos, forma, localização e orientação. Informações não geométricas podem ser relacionadas aos objetos.	Os elementos do Modelo definirão as montagens de modo preciso em termos de quantidades, tamanhos, forma, localização e orientação, e incluirão informações completas e detalhadas sobre fabricação e montagens. Informações não-geométricas podem ser relacionadas aos objetos.	Equivale ao <i>As-built</i> . O nível final de desenvolvimento que representa o projeto como ele foi realmente construído. O modelo servirá para a gestão da manutenção e da operação da edificação ou instalação.
O modelo consistirá das massas totais das edificações.	O modelo consistirá de sistemas genéricos ou montagens com quantidades aproximadas, tamanhos, forma, localização e orientação.			

Figura 3.4 Nível de Desenvolvimento (Classificação da AIA)

Fonte: (CBIC, 2016)

Elemento do Projeto (NBR 15965:2015 - Tabela 3E - Elementos)		3 - Estudo Preliminar		4 - Projeto Básico	
Classificação	Título	Responsável	Nível de desenvolvimento (ND)	Responsável	Nível de desenvolvimento (ND)
3E 03 20 30 00	Piso	Arquiteto Principal	100	Arquiteto Principal	200
3E 03 20 30 10	Tratamento de Piso				
3E 03 20 30 20	Azulejo				
3E 03 20 30 30	Piso Especial				

Figura 3.5 Amostra da "MRDEP"

Fonte: (ABDI, 2017)

O Plano de Execução será fonte de consulta para todos agentes envolvidos no trabalho, tanto internos quanto externos e suas premissas devem ser seguidas à risca para garantir o atendimento aos termos acordados pelos participantes, que se reflete diretamente na qualidade do projeto, bem como nos formatos de contratação, citados anteriormente. Segundo ABDI (2017) “IPD⁸, é o modelo que possibilita maximizar os benefícios previstos pelo BIM, já que esse modelo de contrato define a participação precoce e contínua de todos os principais agentes, inclusive os especialistas de projeto e execução”, mas o guia ressalta que seu uso ainda não é feito no contexto nacional, por isso a necessidade da sinalização em contrato do atendimento ao BEP.

A criação de *templates* e famílias será aprofundada somente em aplicação, quando se disporá de material suficiente para análise. Apesar da equipe já ter a esta altura a capacitação necessária ao desenvolvimento desses produtos, só serão feitos depois do BEP, visto que dependem completamente das diretrizes estabelecidas por este plano. Os arquivos devem estar em constante atualização, adentrando a etapa de projeto, quando as soluções serão colocadas a prova e corrigidas, quando preciso, para máxima eficiência. Por fim, o projeto em si, cuja responsabilidade também não é apresentada na Figura 3.1 por se tratar do momento em que os mais diversos agentes atuarão. De modo similar a etapa anterior, a apresentação deste só ocorrerá posteriormente, já que a metodologia requer definições de padrões para aplicação definidos juntamente a empresa na prática.

O tempo total da fase “projeto piloto” ocupa quase 70% da implementação, revelando seu caráter prático. Internamente a fase, o desenvolvimento do BEP ocupará, juntamente a criação de *templates* e famílias, um mês, o restante é destinado ao projeto.

3.2 RESULTADOS

Equivalente a fase de revisão, é a documentação e avaliação de tudo o que se produziu ao longo do processo. O registro deve ser feito no memorial de implementação, a começar por aspectos objetivos, como a carga horária destinada a cada etapa, seja em implantação ou projeto, custos das atualizações, quantidade de dados gerados, entre outros fatores observados em aplicação. Em termos subjetivos, levantar observações da equipe em aspectos de autoavaliação,

⁸ *Integrated Project Delivery* – Produção Integrada do Empreendimento (ABDI, 2017).

mudanças nos fluxos de trabalho, consideração quanto os benefícios do BIM assim como obstáculos percebidos na sua adoção e conformidade com as diretrizes propostas no plano de implementação. Por fim, adicionar a comparação destes resultados com projetos semelhantes, desenvolvidos de forma tradicional, traçando de forma clara as diferenças, bem como os ganhos resultante do novo procedimento. Discute-se aqui, os próximos passos a serem dados dentro do BIM, quanto aos futuros usos previstos e como se expande a atuação da empresa.

Produto também da revisão é a execução de manuais que tracem práticas padronizadas a serem adotadas em futuros planos de execução, registrando aqui as atualizações necessárias apuradas na vivência de projeto. Como o BEP é um produto particular a determinado empreendimento, este não pode ser reutilizado, mas há muitas diretrizes que se mantêm e por isso são registradas. Ainda é previsto a realização de guias como referência no uso dos *templates* e bibliotecas, fonte de consultas futuras para novos participantes. O tempo destinado a fase, de duas semanas, inclui a devida apresentação dos resultados à diretoria, sobre responsabilidade da equipe, auxiliada pelo gerente BIM.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de caso teve início no diálogo com uma pequena empresa, voluntária na aplicação da metodologia proposta. Os produtos e implicações, assim como revisão crítica de todo processo são o foco deste capítulo, segmentado nas grandes etapas da metodologia: preliminares, implantação, projeto piloto e revisão.

4.1 PRELIMINARES

Assim como recomendado pela metodologia, a etapa começou no contato com o diretor da empresa, passo tomado segundo a perspectiva *top-down*, visando rápida disseminação. Destaca-se o fato de que a gerência tanto tinha o interesse pelo ingresso quanto noções do BIM, fator significativo na celeridade do processo, de forma que o momento inicial de motivação deixou o porquê e passou a focar nas diretrizes de implementação. Com a crescente disseminação do BIM esta passa a ser a mesma realidade de diversas empresas, existe o grande interesse aliado a um certo grau de conhecimento, todavia falta um agente, seja interno ou externo, para fomentar o trabalho. Confirmada a decisão pelo ingresso na implementação o autor, no papel deste agente, pôde dar então prosseguimento aos trabalhos.

Foi realizada a segunda reunião junto à gerência, centralizada nas diretrizes de atuação com o objetivo de definir uma agenda baseada no Plano de Implementação BIM apresentado na Figura 3.1. Explicitadas as etapas e suas respectivas fases, o diretor optou por encontros quinzenais, definição que posteriormente revelou a carência da metodologia neste aspecto, visto que a falta de um cronograma bem definido induziu a atrasos. Tratando-se de uma empresa de pequeno porte a disponibilidade horária para o desenvolvimento das atividades tem grandes limitações por não ser possível compensar os esforços deslocados já que grande parte ou mesmo todos os colaboradores se envolvem no processo. Daí a importância de, ainda nesta fase, criar um cronograma detalhado, no qual as datas são marcos que firmam o andamento das tarefas.

Avançando para a motivação da equipe, através de encontro realizado na quinzena seguinte, foi possível estender a todos funcionários as razões para adoção da metodologia e o plano de implementação já apresentado à gerência. O momento também foi utilizado para adiantar a etapa de capacitação cultural coletiva pela introdução dos conceitos essenciais por

meio do conteúdo apresentado no item 2.1 deste estudo. Esta fase se confirmou como indispensável já que, apesar do contato prévio do diretor com o BIM, muito do que se discutiu era de desconhecimento geral ou compreendido de forma superficial, reafirmando a importância de etapas voltadas ao nivelamento do conhecimento. Mesmo que a mescla de passos realizada tenha resultado em ganhos em termos de tempo foi possível perceber que o volume de informações fornecidas dificultou a assimilação efetiva dos conceitos, sendo assim, é recomendado que se mantenha a separação estabelecida pela metodologia e até mesmo, como será visto à frente, seja acrescentado mais momentos para diluir a transmissão do conteúdo.

Como última etapa das preliminares, foi feito então um encontro voltado ao diagnóstico da empresa. Realizado com base nos itens pontuados na Tabela 3.1, o resultado é apresentado a seguir:

EMPRESA

- . **Áreas de Atuação:** Imobiliária, construtora e mantenedora.
- . **Tipologia dos Serviços:** Empreendimentos próprios de pequeno porte e empreitadas.
- . **Perfil de Clientes:** Empreendimentos comerciais.
- . **Sistemas Construtivos Usuais:** Concreto armado, pré-moldados e alvenaria estrutural.
- . **Sistemas de Interesse:** Construção a seco – *Light Steel Frame/Wood Steel Frame*.
- . **Serviços em Concepção:** Galeria comercial e galpão.
- . **Serviços em Execução:** Reformas e edifício comercial.
- . **Divulgação:** Serviços prestados por recomendação.
- . **Experiência com BIM:** Treinamento do diretor com ferramenta de modelagem.
- . **Disponibilidade de Investimento:** R\$ 3.000,00

PESSOAS

Os envolvidos são descritos a seguir da seguinte forma:

- . **Nome (iniciais), Formação – Função (Softwares de trabalho)**

Empresa (Internos)

- i. MR, Arquitetura - Diretor Técnico (*Autocad e SketchUp*);
- ii. GS, Arquitetura – Arquiteta (*Autocad, SketchUp e Photoshop*);
- iii. RC, Arquitetura – Arquiteto (*Autocad, SketchUp e Photoshop*);
- iv. JO, Arquitetura (em curso) – Estagiário (*Autocad, SketchUp, Photoshop e Lumion*);
- v. AF, Engenharia Civil – Técnico de Manutenção (*Autocad*).

Parceiros (Externos)

- i. LI, Arquitetura – Consultor Estrutural (*Cypecad, Navisworks, SAP2000 e Revit*);
- ii. WC, Engenharia Civil/Mecânica – Consultor de instalações (*Autocad*);
- iii. LC, Arquitetura – Consultor de viabilidade econômica (*Autocad e Revit*);
- iv. SG, Design – Designer de Interiores (*Autocad, SketchUp, V-Ray e Dialux*);
- v. GF, Engenharia Civil (em curso) – Gerente BIM (*Autocad, SketchUp e Revit*).

PROCESSOS

Fases de Atuação

Por não haver descrição documentada tomou-se como base o ciclo de vida apresentado na Figura 4.1, referência para a indicação da empresa nas fases de trabalho.



Figura 4.1 Ciclo de Vida de um Empreendimento

Fonte: (CBIC, 2016)

A empresa atua em todas as fases entre a concepção e a manutenção e monitoramento, assim, apenas o descomissionamento não está em sua alçada de serviços.

Disciplinas Desenvolvidas

São desenvolvidos internamente os projetos das seguintes disciplinas:

- | | |
|---|---|
| a) Arquitetura | e) Instalações Hidrossanitárias |
| b) Topografia | f) AVAC* |
| c) Estruturas | g) Prevenção e Combate a Incêndio |
| d) Instalações Elétricas e Telefonia | h) Design de Interiores e Paisagismo |

Fluxos de Trabalho e Informação

Práticas sem procedimentos formais ou documentados, foram descritas de forma verbal e traçado uma sequência semelhante às etapas da ABNT NBR 13531:1995, apresentadas pelo guia da ABDI:

- | | |
|--|--|
| i) Levantamento; | v) Anteprojeto ou pré-execução; |
| ii) Aplicativo de necessidades; | vi) Projeto legal; |
| iii) Estudo de viabilidade; | vii) Projeto básico; |
| iv) Estudo preliminar; | viii) Projeto para execução. |

Quanto aos principais meios de comunicação e troca de dados são utilizados o *Whatsapp*, focado na troca de informações de maneira ágil, *Trello* como ferramenta de gestão da equipe, *Dropbox* para o armazenamento e troca de arquivos e o *Email* direcionado, principalmente, na comunicação com terceiros.

Ainda em fase inicial, tem-se levantado informações voltadas à formação de um banco de dados para custos e indicadores de produtividade, assim como práticas de controle de qualidade.

TECNOLOGIAS

A empresa conta com infraestrutura com suporte a reuniões presenciais para até 8 pessoas, com televisão para apresentações e reprodução de imagens. O sistema de armazenamento de arquivos é feito através de servidor local, apesar de ainda serem utilizadas caixas físicas para o depósito de documentos obsoletos. A rede é acessada via *Wi-Fi*, com roteador próprio e uma rede de 15 MB, descrita como oscilante, justificativa do interesse na instalação de nova ligação com fibra ótica.

Os *softwares* de trabalho com maior aplicação são o *Autocad*, *Sketchup*, *Lumion* e *Photoshop*. Em termos de *hardware*, componentes dos equipamentos, o local conta com os produtos descritos na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 *Hardware* dos Equipamentos

DESCRIÇÃO	NOTEBOOK 01	NOTEBOOK 02	NOTEBOOK 03	PC
SISTEMA OPERACIONAL	Windows 10	Windows 10	Windows 10	Windows 10
PROCESSADOR	Intel Core i7 7ª Geração	Intel Core i7 8ª Geração	Intel Core i5 5ª Geração	Intel Core i5 3ª Geração
ARMAZENAMENTO	1 TB + 128 GB SSD	1 TB	1 TB	1 TB
MEMÓRIA RAM	16 GB	12 GB	8 GB	8 GB
PLACA DE VÍDEO	GeForce 940MX 4GB	GeForce MX150 2GB	GeForce 930M 2GB	Placa Intel Integrada
RESOLUÇÃO	Full HD	Full HD	HD	-

Fonte: Autor

O diagnóstico concretizou-se como momento de imersão na realidade da empresa, permitindo visualizar particularidades que poderiam ser tanto facilitadoras como obstáculos na implementação da metodologia e assim, direcionar os esforços. Por exemplo, por se trabalhar com empreendimentos de pequeno porte a demanda de projeto é menor, o que torna viável almejar usos do BIM diversos, ao passo que, sendo grande parte dos parceiros externos, dificulta-se uma mudança integral que alcance os envolvidos como um todo.

Realizado apenas com a presença da diretoria, o diagnóstico foi, em certo grau, privado de uma descrição mais ampla, capaz de abordar a visão dos colaboradores, fato sentido principalmente ao traçar os fluxos de trabalho. Por não haver procedimentos formalizados, os fluxos podem ser percebidos de maneira distinta por cada membro, onde as diferentes visões agregariam na descrição da empresa de maneira mais completa, recomenda-se, assim, que esta atividade seja obrigatoriamente desenvolvida junto à equipe.

Encerrada a etapa já foi possível perceber a limitação da metodologia quanto a descrição do tempo requerido pelas etapas. As diferentes realidades de cada negócio podem ser propensas a maior ou menor frequência de atividades no processo de implementação, tornando-se inviável a definição de tempo absoluto em semanas ou meses para execução de cada passo. Assim, sugere-se a troca pelo uso de encontros ou mesmo horas como métrica para o registro do trabalho, concluindo-se então as preliminares em 3 encontros de aproximadamente 2 horas cada, totalizando 6 horas de atividade.

4.2 IMPLANTAÇÃO

A implantação teve início em reunião dedicada à sequência de decisões envolvendo o projeto piloto, destacadas na Figura 3.2: escolha do projeto piloto, definição dos objetivos, separação dos papéis, seleção das tecnologias e sistema de classificação. Conforme orientado pela metodologia o encontro contou com a participação da equipe como um todo, possibilitando a contribuição das diferentes visões com mediação do autor no papel do gerente BIM.

A primeira e crucial decisão, a escolha do empreendimento alvo, resultou na listagem de múltiplas opções a fim de que não se descartasse qualquer possibilidade sem que antes essa fosse avaliada. Filtrando os projetos através do fator tempo e complexidade, foram levantadas três principais opções, descritas a seguir e analisadas em termos de suas vantagens e desvantagens:

i. Empreendimento Fictício: Projeto que poderia ser desenvolvido com qualquer sistema construtivo que a empresa desejasse, com liberdade em termos de prazos e demandas, sem acarretar riscos com clientes. Porém, todo custo seria absorvido sem um retorno imediato e

ainda poderia levar a um grande consumo de tempo no processo de concepção, fase a qual os usos do BIM estariam restritos.

ii. Edifício Comercial: Empreendimento próprio, característico da empresa, com uma obra de mesma planta já construída o que possibilitaria atividades voltadas à comparação em termos de custo e prazo com o edifício pronto. Porém, por se tratar de negócio próprio, reduz visibilidade com os clientes frente a nova forma de trabalho e modela-se um sistema mais simples em termos dos seus componentes construtivos, limitando um aprendizado mais abrangente em aplicação.

iii. Residência: Casa térrea com plantas arquitetônicas prontas e construção iminente, encurtando os prazos de trabalho. Apesar de não se tratar do ramo de domínio da empresa permite explorar uma nova área de interesse, caracterizada por construções de menor dimensão se comparado às tipologias usuais, mas envolvendo maior variedade de componentes. Por não ser um empreendimento próprio é possível melhor divulgação via recomendação do cliente.

Assim, foram respondidas as seis questões levantadas pela metodologia para escolha do projeto e o fator preponderante na seleção foi o desejo da equipe por trabalhar com novos sistemas, viabilizado pela opção da residência, escolha que também permitiria dar seguimentos aos usos do BIM em fase de construção, já que esta aguardava apenas o desenrolar de aspectos legais. Além disso, mesmo próximo, pela incerteza nos prazos das obras era possível que houvesse tempo suficiente para trabalhar com edifício comercial após o projeto piloto.

Dentro de uma lógica MVP a inclinação do autor seria a prioridade pelo edifício comercial, dado tanto por se dominar o sistema construtivo quanto à possibilidade comparativa do BIM com o desenvolvimento em método tradicional realizado na obra já finalizada. Todavia a preferência da equipe trás grande peso em sua motivação e conseqüentemente no andamento dos trabalhos, fator não previsto em metodologia, mas que deve ser levado em conta no momento de definição do projeto.

Prosseguindo para definição de objetivos de trabalho, foi necessário apresentar detalhadamente os usos do BIM, vistos anteriormente de forma superficial junto à motivação, valendo-se do conteúdo desenvolvido pelo site *BimExperts*: 23 benefícios do BIM nos seus

empreendimentos (BESSONI, 2019). Logo, visualizando as diversas possibilidades, em consonância com o entendimento do mínimo produto viável, a equipe escolheu por trabalhar apenas nas 3 dimensões essenciais: Modelagem (3D), Planejamento (4D) e Orçamento (5D). Anteriormente, ainda em revisão bibliográfica, optou-se por apresentar detalhadamente os usos apenas na aplicação para melhor descrição do que seria efetivamente elegido. Segue a descrição em tradução livre do conteúdo disponível no site⁹ da *PennState University*.

3D: Um processo no qual um *software* 3D é utilizado no desenvolvimento de um modelo paramétrico de uma construção segundo aspectos relevantes na representação do projeto. As ferramentas de criação geram modelos enquanto as ferramentas de auditoria e análise estudam ou agregam à riqueza de informações em um modelo. As ferramentas de modelagem são o primeiro passo rumo ao BIM e a chave está na conexão entre o modelo 3D e uma poderosa base de dados de propriedades, quantidades, formas e métodos, custos e cronogramas.

4D: Um processo no qual um modelo 4D (modelo 3D com a dimensão “tempo” adicionada) é utilizado para planejar de maneira eficaz a ocupação em processo de renovação, *retrofit*, expansão ou mesmo apresentar a evolução da área requerida com o andamento do canteiro. A modelagem 4D é uma poderosa ferramenta de visualização e comunicação que pode dar a equipe de projeto melhor entendimento dos marcos e planejamento da construção.

5D: Um processo no qual o BIM pode ser utilizado para auxiliar na geração de quantitativos precisos e estimativa de custos ao longo de todo ciclo de vida de um empreendimento. Esse processo permite que a equipe de projeto visualize o efeito no custo causado por suas mudanças ao longo de todas as fases, o que pode ajudar a conter furos no orçamento resultantes das modificações de projeto. Especificamente, o BIM evidencia os efeitos dos acréscimos e modificações, com potencial para economia de tempo e capital, ainda mais benéfico quando desenvolvido nas fases iniciais de projeto.

⁹ https://www.bim.psu.edu/bim_uses/

Avançando para definição dos papéis, as responsabilidades foram divididas da maneira mais coerente com as habilidades e tarefas já desenvolvidas por cada colaborador. Semelhante ao momento anterior, foi necessária explanação mais detalhada, utilizando então o material da AsBEA como recomendado pela metodologia. Pôde-se perceber certa dificuldade na compreensão de cada papel na ausência de referências materiais, recomendando-se aqui o uso de exemplos práticos e estudos de caso, que certamente agregam para todas às escolhas da etapa. Chama-se atenção aqui ao fato de, apesar de traçadas em paralelo pela metodologia, as fases acabaram por se cruzar no momento da implantação, deixando de existir o momento específico de capacitação e passando este a permear o encontro voltado inicialmente às tomadas de decisão. Apesar de não estar previsto é uma opção quando não é possível ministrar todo conteúdo previamente, como foi o caso da empresa.

Neste momento o autor já deveria ser capaz de auxiliar a alocação dos membros nas possíveis funções de trabalho, porém, a ausência em diagnóstico de uma aferição individual em termos de ferramentas intelectuais restringiu a seleção à equipe. O problema foi superado devido a participação conjunta da empresa nesta fase, mas é sugerido o acréscimo no diagnóstico de momento para diálogo com o gerente BIM a fim de melhor compreender o papel que cada indivíduo desenvolve na empresa. Abaixo estão as atribuições definidas para cada membro:

- **MR:** Modelagem e Coordenação Geral do Modelo
- **GS:** Modelagem, Compatibilização e Customização
- **RC:** Modelagem e Controle de Dados
- **JO:** Modelagem e Desenvolvimento de Bibliotecas

Como é possível visualizar, todos estão designados para função de modelagem, além do desenvolvimento de tarefa singular, ocorrência normal, como previsto na metodologia, para uma empresa de pequeno porte. Dispondo de cada papel a capacitação cultural deveria avançar para um momento de instrução individual, porém optou-se por trabalhar cada função junto ao treinamento operacional, onde seria possível explicar de maneira prática as tarefas que cada função abrange.

Em sequência, foram discutidas as ferramentas a serem utilizadas como instrumento de trabalho segundo os objetivos traçados, sendo então dois *softwares* avaliados, *Archicad* e *Revit*. Apesar de certa inclinação para o *Archicad* devido, principalmente, a sua reconhecida interface “amigável”, foi decisão final o uso do *Revit* tanto pela experiência por parte da diretoria como pela predominância¹⁰ da ferramenta no mercado, o que poderia futuramente facilitar a integração com terceiros.

Definida a ferramenta, foi possível verificar pelo levantamento do *hardware* feito em diagnóstico, a possibilidade de preservação do parque tecnológico, suficiente no atendimento dos requisitos mínimos da versão 2020, apresentados na tabela a seguir.

Tabela 4.2 Requisitos mínimos de uso para Revit

Sistema operacional	Microsoft Windows 10 - 64 bits: Windows 10 Enterprise / Windows 10 Pro
Tipo de CPU	Processador de um ou vários núcleos Intel, Xeon ou i-Series, ou processador AMD equivalente com tecnologia SSE2. É recomendada a maior taxa de velocidade de CPU possível.
Memória	8 GB RAM: Suficiente para uma sessão de edição típica para um único modelo de até aproximadamente 100 MB em disco. Este cálculo tem base na verificação interna e nos relatórios dos clientes. Modelos individuais variam no que diz respeito ao uso de recursos de computador e às características de desempenho.
Resoluções do monitor de vídeo	1280 x 1024 com True Color
Adaptador de vídeo	Adaptador de vídeo compatível com cores de 24 bits
Espaço em disco	30 GB de espaço livre em disco
Navegador	Microsoft Internet Explorer 10 (ou superior)
Conectividade	Conexão com a Internet para registro da licença e download do componente de pré-requisito

Fonte: Autor (adaptação de conteúdo Autodesk)

A cadeia de decisões foi concluída na opção por não se adotar um sistema de classificação nesse primeiro momento. Não havendo padrão interno e pelo fato de a ABNT NBR 15965 ainda estar em processo de desenvolvimento a equipe julgou como um passo de risco, dada dedicação exigida para estruturar as categorias.

¹⁰ Conforme *National BIM Report 2019*, 70% do mercado faz uso dos produtos *Autodesk*.

A fase final e de maior demanda dentro da etapa foi a capacitação operacional, iniciada na definição, junto à gerência, dos requisitos para procura de um curso do *software* escolhido, sendo o filtro inicial resultado dos levantamentos feitos ainda em fase de diagnóstico, em termos de custo. Considerando no treinamento a inclusão de 4 colaboradores internos e 2 parceiros, e a disponibilidade de R\$ 3.000,00, chegou-se ao valor máximo de R\$ 500,00 por pessoa. A carga horária base na pesquisa era de 40 horas, segundo discutido na metodologia, e a frequência almejada de no máximo 2 encontros semanais com 4 horas cada, atendendo a disponibilidade da equipe. Os horários para treinamento seriam locados fora do expediente, realidade comum nas pequenas empresas, visto que é provável que toda equipe esteja em capacitação, inviabilizando a dedicação em horário de trabalho a depender da demanda. Diante disso um ponto importante é justamente a flexibilidade no atendimento.

Mapeadas as empresas que prestariam o serviço dentro das condições estabelecidas e repassadas à gerência, foi feita a avaliação dos preços praticados e conteúdo ministrado para então retornar àquelas com melhor custo-benefício. Ressalta-se que a análise também considerou fatores não essenciais, mas julgados como positivos, como o atendimento *in loco*, sendo de suma importância elencar as prioridades em termos do que se busca. Alinhando-se a lógica MVP, o fator decisivo na escolha se deu pela empresa que se adaptasse ao empreendimento, desenvolvendo o curso focado no projeto piloto.

Como comentado anteriormente, já estavam disponíveis as plantas arquitetônicas da residência, conseqüentemente, a diretriz para o treinamento seria o desenvolvimento de um modelo tridimensional e parametrizado a partir de um projeto em CAD. A empresa escolhida não só se colocou disponível a focar nesse aspecto, mas utilizar o próprio projeto no treinamento, requerendo apenas um prazo para o responsável pelas aulas trabalhar na adequação do curso. Após negociação, foi fechado um valor de R\$ 380,00 por aluno para um total de quarenta horas aula, focadas no módulo de arquitetura do *Revit*. Apesar da ausência de referências em termos de custo nos manuais estudados, o investimento estava abaixo do praticado pelo mercado baseado no que era cobrado nas outras instituições avaliadas. Ressalta-se que o valor apresentado como referência não inclui treinamento voltado às instalações prediais em geral, o que elevaria substancialmente o preço.

Assim como o valor unitário, também se achou em falta um referencial de ementa nos manuais, razão de ser incluído abaixo o resumo do conteúdo ministrado no curso.

- i.** Apresentação da tela inicial do *Revit Architecture*;
- ii.** Interface do programa;
- iii.** Funções do mouse e do teclado;
- iv.** Treino de ferramentas;
- v.** Arquitetura: paredes, portas, janelas, pilares arquitetônicos, forro, pisos, telhados, componentes, guarda-corpo, escadas, nomeador de ambientes, criação de eixos e níveis;
- vi.** Inserir: Importação do CAD;
- vii.** Anotar: Cotas, elevação de ponto, textos e identificador de categorias;
- viii.** Massa e Terreno: Criação de superfície topográfica, componente de terreno e de estacionamento, plataforma de construção, cotas de curva de nível;
- ix.** Vista: Alteração das espessuras das linhas, renderização, vista 3D, câmera, criação de vídeos;
- x.** Gerenciar: Criação de materiais e configuração das unidades do projeto;
- xi.** Modificar: Alinhar, mover, deslocamento, copiar, espelhar selecionando eixo, espelhar desenhando eixo, rotacionar, aparar e estender para o canto, aparar e estender elementos, dividir elemento, dividir com folga, matriz, escala, fixar, desafixar, excluir e pintura;
- xii.** Projeto
 - a)** Unidades do projeto;
 - b)** Criação e modificação de paredes, portas e janelas;
 - d)** Criação e modificação de pisos;
 - e)** Criação de telhados e forros;
 - f)** Criação de terrenos de trabalho;
 - g)** Manipulação de vistas de projeto e renderização de imagens;
 - i)** Confeção das folhas de impressão e configuração de impressão;
 - j)** Criação de modelos bases do *Revit*.

Assim, a ementa foi completamente adaptada para apresentar cada ponto aplicado ao empreendimento, à medida que se construía o modelo virtual. Dessa maneira, esperava-se cumprir com o objetivo de reduzir o tempo destinado ao projeto piloto já que a fase de modelagem estava sendo antecipada ao construir um produto preliminar. A quantidade de horas totais do curso também foi comprimida para ser apresentado em 7 encontros, visto que as aulas foram ministradas em período próximo ao recesso na empresa.

Finalizado o curso, concluía-se a etapa, realizada com 8 encontros de, em média, 4 horas cada, totalizando 32 horas dedicadas à implantação, onde praticamente 90% do tempo foi ocupado pela capacitação operacional. O encontro seguinte já daria início ao projeto piloto em si, todavia o período coincidiu com momento de crise global resultado da pandemia do Covid-19, razão das atividades serem suspensas temporariamente.

4.3 PROJETO PILOTO

Com início da flexibilização na retomada de atividades foi possível seguir com os trabalhos, porém o cenário “ideal” para o projeto piloto, onde o modelo preliminar já havia sido desenvolvido ainda em fase de treinamento, havia mudado. O cliente, dono do empreendimento, já vendera o terreno para o qual o projeto foi desenvolvido, comprando outro para realização de uma casa com características semelhantes, padrão que a empresa já estava capacitada para desenvolver. Entretanto, por se tratar de uma pequena empresa e se acumularem serviços em função da crise, a falta de tempo hábil tornou-se barreira para modelagem ser feita internamente.

Em decorrência disso, optou-se pela contratação de um terceiro para dar continuidade à implementação, mudança que acarretou a reestruturação do escopo proposto para a etapa. Ressalta-se neste momento a importância da motivação frente aos possíveis obstáculos provocados pelos mais diversos motivos, principalmente dentro do contexto de pequeno porte onde os recursos humanos e materiais tendem a ser mais escassos. A compreensão por parte da empresa da necessidade de se inserir no mercado BIM os levou a continuidade na implementação, ainda que lentamente, mas no entendimento de priorizar a progressão e não a velocidade com que essa acontece.

Foi realizado, então, um encontro com a gerência para traçar o plano de reformulação da etapa de forma a atender a entrada de um terceiro e garantir integração eficiente com a equipe. O desenvolvimento do BEP, fase inicial, se manteria como previsto, mas este deveria tomar a forma de um contrato de projeto, visto que os procedimentos estabelecidos passam a regular a maneira como se desenvolveria a modelagem pelo contratado para adequação as demandas internas, estabelecendo também os requisitos de recebimento para equipe através de regras de controle de qualidade. A criação de famílias e *templates*, a própria modelagem do projeto e extração de quantitativos, torna-se responsabilidade do contratado e a empresa passaria a focar na solução das incompatibilidades encontradas na integração das diversas disciplinas.

Cabe ressaltar que, apesar de realizado o treinamento do *software*, ao não se ter aplicação imediata é provável que muitas funcionalidades sejam esquecidas, todavia a capacitação ainda é imprescindível nesse momento pois o conhecimento da ferramenta é necessário para auditoria do modelo que está sendo terceirizado. Recomenda-se posteriormente, para o desenvolvimento de novos projetos, o exercício prévio com a ferramenta de modelagem a fim de rever suas funções e não haver entraves no andamento dos futuros empreendimentos.

A etapa avançou para aplicação da nova estrutura através do desenvolvimento do plano de execução no formato contratual, razão do documento sofrer algumas adaptações, mas mantendo-se alinhado à metodologia. Apesar de caracterizar-se como uma circunstância particular a empresa, é possível que em situação semelhante apenas a arquitetura e estrutura sejam desenvolvidas internamente e projetos de instalações, por exemplo, sejam terceirizados, recorrendo-se também ao contrato para as disciplinas complementares.

Concomitante ao desenvolvimento do BEP, alguns projetistas foram contatados e uma pré-seleção foi feita por aquele com conhecimento mais abrangente da ferramenta visto que se almejava o desenvolvimento de todas as disciplinas com contrato único. Para melhor estruturação do plano de execução foi realizada reunião com a presença de um arquiteto e a diretoria, com o intuito de entender melhor o formato de trabalho do candidato e adaptar o contrato para garantir tanto atendimento às exigências internas quanto a fluidez na modelagem. Segue abaixo o contrato revisado juntamente a diretoria e entregue ao projetista, os dados julgados como pessoais foram suprimidos por uma questão de privacidade do cliente.

CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO

OBJETO DO CONTRATO

É objeto do presente contrato a prestação do serviço de desenvolvimento de modelos tridimensionais e paramétricos do empreendimento descrito a seguir e em conformidade com os objetivos subsequentes.

Identificação e Caracterização do Empreendimento

Nome: Casa A.T.

Endereço: SHIN QI N Conjunto N Lote N

Localização: X° Y' Z"S X° Y' Z"W

Classe de uso e forma: Edifício Habitacional (4U.10.00.00 - NBR 15965)

Porte: Casa térrea de 687 m² distribuídos conforme o quadro:

Tabela 4.3 Áreas por Ambiente do Projeto

AMBIENTE	ÁREA (m ²)	AMBIENTE	ÁREA (m ²)	AMBIENTE	ÁREA (m ²)
Área de Serviço	16,00	Depósito	3,00	Suíte 2	19,00
Área Ext. 1	10,00	Escritório	9,00	Suíte 3	19,00
Área Ext. 2	11,00	Garagem	48,00	Suíte Master	21,00
Área Piscina	39,00	Lavabo	3,00	Varanda	81,00
Área verde	210,00	Passarela	11,00	WC 1	6,00
Circulação	14,00	Roupeiro	3,00	WC 2	5,00
Closet	11,00	Sala	68,00	WC 3	5,00
Cozinha e Copa	32,00	Sauna	4,00	WC Master	12,00
DCE	7,00	Suíte 1	17,00	WC Sauna	3,00

Fonte: Autor

Objetivos de Trabalho

- i. Representação tridimensional das diversas disciplinas envolvidas no projeto, assegurando o cumprimento das atividades necessárias à coordenação, tanto em fase de concepção quanto execução, do empreendimento.
- ii. Extração de informações e quantitativos passíveis de uso na elaboração de cronogramas e orçamentos acurados.

OBRIGAÇÕES DO CONTRATANTE

O **CONTRATANTE** deverá fornecer ao **CONTRATADO** todas as informações necessárias ao desenvolvimento dos modelos, incluso aquelas que não estejam aqui explicitadas. Para tanto, segue a relação de arquivos a serem compartilhados.

- i. Modelo 3D (.rvt)**
- ii. Ortofotocarta (.dwg);**
- iii. Arquitetura (.dwg): Plantas e Elevações;**
- iv. Estruturas (.plt, .dxf e .pdf): Plantas de Locação, Formas e Armações;**
- v. Instalações Elétricas e Telefônicas (.dwg e .pdf): Plantas, Vistas e Detalhes;**
- vi. Instalações Hidrossanitárias (.dwg e .pdf): Plantas, Vistas e Detalhes;**
- vii. Instalações AVAC (.dwg e .pdf): Plantas, Vistas e Detalhes;**
- viii. Instalações de Gás (.dwg e .pdf): Plantas, Vistas e Detalhes.**

OBRIGAÇÕES DO CONTRATADO

O **CONTRATADO** deverá desenvolver o modelo em plena conformidade com todos os critérios estabelecidos neste item.

Entregáveis

Devem ser entregues ao **CONTRATANTE**, conforme os prazos definidos em seção posterior, os modelos autorais das disciplinas abaixo, além do modelo federado, resultado da compatibilização destes.

i. Arquitetura

ii. Estrutura

iii. Instalações Elétricas e AVAC: Elétrica, Telefone, TV e Ar-Condicionado

iv. Instalações Hidrossanitárias e Gás: Hidráulico, Esgoto, Pluvial e Gás

Os arquivos devem ser entregues em formato nativo do Revit (.rvt), versão 2020, carregando as vistas de trabalho e pranchas a serem definidas posteriormente junto ao **CONTRATANTE**. São parte da entrega as tabelas de quantitativos, dispostas nos *templates* e exportadas para planilha (.xlsx) obedecendo às definições dispostas a frente. Quanto às famílias e componentes, devem estar presentes apenas aquelas utilizadas efetivamente no desenvolvimento dos modelos. Os relatórios resultantes das atividades de compatibilização devem ser enviados através de documento de leitura tipo “.pdf”, com informação suficiente para localização das possíveis inconsistências.

Prazos

As entregas serão feitas de maneira gradual, sendo as disciplinas divididas em módulos. O quadro abaixo apresenta os componentes a serem adicionados ao modelo conforme avançam os módulos:

Tabela 4.4 Módulos do Projeto - Estrutura e Arquitetura

	SIGLA	EST	ARQ
	Disciplina	Estrutura	Arquitetura
MÓDULOS	1	Infraestrutura e Superestrutura	Pisos, Paredes, Esquadrias e Forro
	2	-	Cobertura, Louças, Metais e Acessórios
	3	-	Revestimentos e Acabamentos

Fonte: Autor

Tabela 4.5 Módulos do Projeto - Instalações Elétricas e Hidráulicas

MÓDULOS	SIGLA	ELE	HID
	Disciplina	Elétrica, Telefone, TV e HVAC	Hidráulica, Esgoto, Pluvial e Gás
1		Pontos de Entrada, Saída e Controle	Pontos de Entradas, Saída e Controle
2		Tubulações e Conexões	Tubulações e Conexões

Fonte: Autor

O prazo de entrega dos módulos é dado em função do cumprimento de uma etapa. A etapa corresponde a modelagem dos respectivos módulos acrescida das atividades de compatibilização e correções necessárias. O quadro abaixo define, para cada etapa, quais módulos devem ser entregues e qual o prazo, em dias corridos, para o seu desenvolvimento.

Tabela 4.6 Prazos para Entregas

ETAPA	DISCIPLINA				PRAZO [DIAS CORRIDOS]
	EST	ARQ	ELE	HID	
1	01	01	-	-	3
2	-	02	01	01	2
3	-	03	02	02	4
4	EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS				2

Fonte: Autor

Assim, o **CONTRATADO** terá, por exemplo, 2 dias para o desenvolvimento da “Etapa 2” após a conclusão da “Etapa 1”, conforme descrito acima. O quadro também explicita o período relativo à extração de quantitativos, fase final que engloba todas as disciplinas. Destaca-se o fato de que o prazo é contabilizado somente se o projeto base está disponível para o **CONTRATADO** desenvolver o respectivo módulo, assim, é possível que entre uma etapa e outra existam intervalos na espera pelo fornecimento dos projetos definitivos. O cronograma está sujeito a mudanças quando estas forem resultado de comum acordo entre as partes.

Armazenamento e Distribuição de Dados

O **CONTRATADO** deverá utilizar a plataforma *Dropbox* para o armazenamento dos arquivos, em pasta compartilhada pelo **CONTRATANTE**. A pasta será subdividida conforme

descrito a seguir e assim deve ser mantida. A criação de novas pastas deve ser submetida à aprovação do **CONTRATANTE**.

0 BASE

Espaço para arquivos fornecidos pelo **CONTRATANTE** os quais não podem ser alterados pelo **CONTRATADO**.

1 PRELIMINAR

Local utilizado para armazenar os arquivos que estão em fase de aprovação. Os itens devem manter nome padrão, sendo identificados pela sigla da disciplina, seguida do módulo em desenvolvimento e o número da revisão, exemplo: ARQ_M03.R01. A pasta também carrega um modelo de compatibilização de onde são retirados os relatórios de inconsistências, este é nomeado conforme a etapa de entrega, exemplo: COMP_E01. Documentos obsoletos terão subpastas com destinação específica para os avanços seja de módulo ou revisão os arquivos.

2 APROVADO

Local utilizado para o armazenamento de arquivos aprovados e seus produtos, como plantas, vistas e quantitativos. A pasta também será o espaço para o modelo federado atualizado nomeado segundo a etapa de entrega, exemplo: FED_E02.

Critérios de Controle de Qualidade

O presente item define os requisitos de qualidade exigidos pelos modelos produzidos pelo **CONTRATADO**.

- a. Locação, escala e unidades:** Todos os modelos devem ter estabelecidos o ponto de origem comum e georreferenciado conforme coordenadas fornecidas anteriormente, assim como orientação geográfica segundo os projetos entregues. A convenção de escalas e unidades será definida posteriormente pelo **CONTRATANTE** a fim

garantir o ajuste entre a fluidez de modelagem pelo **CONTRATADO** com as práticas internas.

- b. Nível de Desenvolvimento (ND/LOD):** O nível de desenvolvimento do projeto deve ser compatível com o 300, estabelecido pela AIA: “Os elementos do modelo definirão as montagens de modo preciso em termos de quantidades, tamanhos, forma, localização e orientação. Informações não geométricas podem ser relacionadas aos objetos”. Este nível pode ser alterado quando em comum acordo entre as partes, devendo ser fornecidas todas as informações necessárias ao atendimento da mudança.

- c. Quantitativos:** Devem ser extraídos e apresentados conforme as unidades e observações estabelecidas pelo **Anexo I**. As tabelas apresentadas no modelo devem ser exportadas para arquivo único em *Excel*, sendo cada tabela locada em uma guia da pasta de trabalho, nomeada conforme o respectivo título no modelo.

- d. Interferências:** A compatibilização e checagem de inconsistências deve ser realizada nos momentos estabelecidos pelo fluxo apresentado a frente. As verificações devem ser feitas nos modelos autorais e federado, tanto pela verificação visual quanto utilizando os elementos do *software* selecionado, de acordo com critérios a serem definidos posteriormente, junto ao **CONTRATANTE**.

- e. Fidelidade aos projetos:** O **CONTRATADO** deve produzir os modelos valendo-se dos projetos fornecidos, referência única para a concepção, devendo ser seguidos rigorosamente. Ainda que estes incorram em interferências nos modelos, devem ser assim enviados para aprovação, cabendo ao **CONTRATANTE** definir as mudanças adequadas.

Fluxos de Trabalho

O **CONTRATADO** deve observar e cumprir com as etapas estabelecidas conforme o fluxograma subsequente, será utilizado o *Trello* como sistema de notificação entre as partes, por meio de mural a ser compartilhado pelo **CONTRATANTE**.

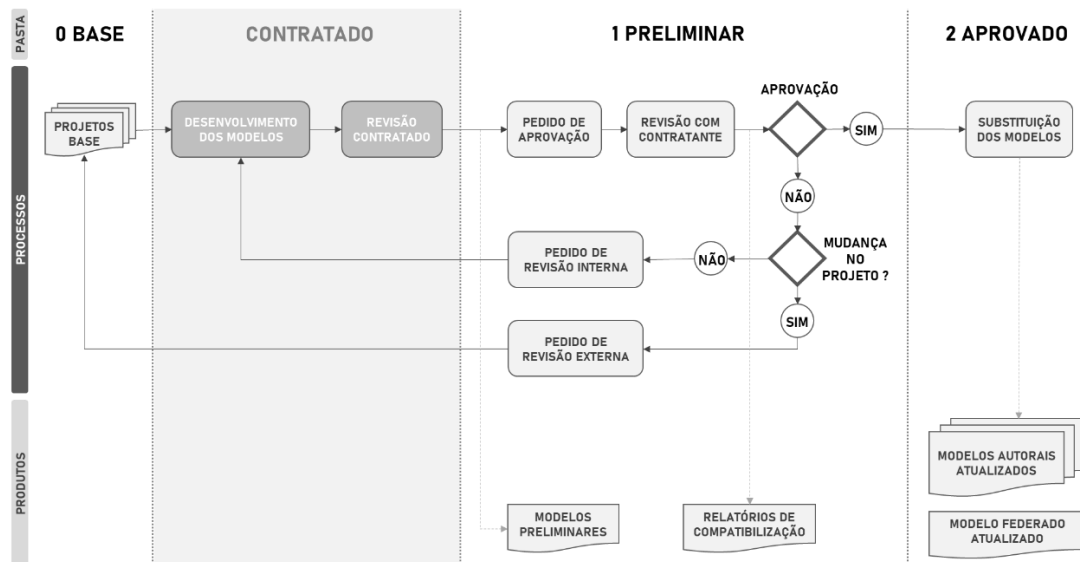


Figura 4.2 Fluxograma de Projeto

Fonte: Autor

O processo inicia na extração de informações pelo **CONTRATADO**, da pasta base para o desenvolvimento dos modelos em pasta pessoal. Ao iniciar o desenvolvimento de um modelo deve ser criado um cartão, com mesmo nome do arquivo, na lista “Em Desenvolvimento”. Finalizada uma determinada etapa o **CONTRATADO** deve proceder com as verificações visuais e o modelo pode ser movido para a pasta “Preliminar”, sinalizando o envio através da mudança do cartão para lista “Para Aprovação”. Então, é feita a compatibilização junto ao **CONTRATANTE** resultando em um relatório de compatibilização. As mudanças serão avaliadas pelo **CONTRATANTE**, no caso de mudança em projeto na base é solicitada a revisão do fornecedor, tratando-se de intervenções que podem ser feitas internamente, o contratado é **CONTRATADO** com pedido de revisão. A solicitação é feita através da movimentação do cartão para lista “Em Desenvolvimento”, carregando agora etiqueta de revisão e descrição das correções necessárias. Quando finalmente um modelo é aprovado este é movido para pasta “Aprovado”, com a respectiva transferência do cartão no *Trello*.

ANEXO I

Tabela 4.7 Requisitos de Extração dos Quantitativos

DESCRIÇÃO	UND	OBSERVAÇÕES
INFRAESTRUTURA		
Volume de Concreto	m ³	Identificação da Classe do Concreto
Área de Impermeabilização	m ²	-
Volume de Escavação	m ³	Inserir fórmula que permita definição do empolamento
Metragem de Formas	ml*	No caso de baldramas com H > 50 cm utilizar [m ²]
SUPRAESTRUTURA		
Volume de Concreto	m ³	Identificação da Classe do Concreto
Área de Impermeabilização	m ²	-
Metragem de Formas	ml*	No caso de vigas/pilares com H/L > 50 cm e para lajes utilizar [m ²]
PISOS E ACABAMENTOS		
Contrapiso	m ³	Identificação da espessura e traço
Argamassa	m ²	Identificação da espessura e traço
Revestimento	m ²	Separação do tipo por ambientes
ALVENARIAS E ACABAMENTOS		
Blocos	und	Identificação das dimensões
Argamassa	m ³	-
Reboco	m ³	Identificação de traço e espessura
Chapisco	m ²	-
Massa	m ²	Separação do tipo por ambientes
Pintura	m ²	Separação do tipo por ambientes
Revestimento Cerâmico	m ²	Separação do tipo por ambientes
Rodapé	ml	Identificação da altura da peça
FORRO		
Placas de Gesso Acartonado	m ²	-
Massa	m ²	-
Pintura	m ²	-
Tabica	ml	-
Cortineiro	und	Identificação pelas dimensões
Sanca	und	Identificação pelas dimensões
COBERTURA		
Platibanda	m ²	-
Telha	m ²	-
Madeiramento	ml	-
Calhas	ml	Incluir detalhamento da seção no modelo
Rufos	ml	Incluir detalhamento da seção no modelo
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, TELEFÔNICAS, TV E AUTOMAÇÃO		
Representação em planta conforme norma		
Conduítes	ml	Separação dos tipos por diâmetro e material
Cabeamento	ml	Separação dos tipos por diâmetro e material
Conexões	und	Identificação do tipo de ligação e diâmetro
Caixas de Luz	und	-
QDL	und	Representação esquemático dos disjuntores
Suporte de Tomadas	und	-
Placas de Tomadas	und	-
Aparelhos e Peças Complementares	und	-

INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS E PLUVIAIS		Representação em planta conforme norma
Tubos	ml	Separação dos tipos por diâmetro e material
Conexões	und	Identificação do tipo de ligação e diâmetro
Caixas e Peças Complementares	und	Identificação do tipo e dimensões
Reservatório	und	Identificação do tipo e dimensões
INSTALAÇÕES DE GÁS		Representação em planta conforme norma
Tubos	ml	Separação dos tipos por diâmetro e material
Conexões	und	Identificação do tipo de ligação e diâmetro
INSTALAÇÕES AVAC		Representação em planta conforme norma
Tubos	ml	Separação dos tipos por diâmetro e material
Conexões	und	Identificação do tipo de ligação e diâmetro
Aparelhos e Peças Complementares	und	-
ESQUADRIAS		Representação em planta conforme norma
Alumínio	und	Separação por dimensões e tipo
Marcenaria	und	Separação por dimensões e tipo
Vergas e Contra-Vergas	ml	Identificação das dimensões e volume
MARMOARIA		
Peitoris	m ²	Separação por dimensões e tipo
Soleiras	m ²	Separação por dimensões e tipo
Bancadas	pç	Delhamento completo
LOUÇAS E METAIS		
Componentes	und	-
VIDROS		
Espelho	m ²	Separação por dimensões
Box	m ²	Separação por dimensões
PISCINA		
Volume de Concreto	m ³	Identificação da Classe do Concreto
Área de Impermeabilização	m ²	-
Volume de Escavação	m ³	Inserir fórmula que permita definição do empolamento
Metragem de Formas	m ²	-
Contrapiso	m ³	Identificação de traço e espessura
Reboco	m ³	Identificação de traço e espessura
Revestimento	m ²	-
PAISAGISMO E OUTROS		
Grama	m ²	-
Brises	ml	-

Fonte: Autor

PROPRIEDADE INTELECTUAL

Uma vez entregues, os modelos são de propriedade exclusiva do **CONTRATANTE**, sendo vedada a reprodução ou distribuição destes por parte do **CONTRATADO** para quaisquer fins que não aqueles aprovados pelo **CONTRATANTE**.

Para criação do BEP, em formato contratual, foram necessárias certas mudanças que merecem destaque quando comparadas a estrutura proposta pela metodologia, apresentada abaixo.

1. Descrição do Empreendimento
2. Definição dos Fluxos de Trabalho e Entregáveis
3. Distribuição das Responsabilidades
4. Sistematização dos Fluxos de Informação
 - a) Colaboração
 - b) Compatibilização
 - c) Armazenamento e Distribuição de Dados
 - d) Classificação, Nomenclatura e Estruturação de Pastas
5. Caracterização dos Critérios de Controle de Qualidade

É possível verificar que, apesar de dispostos em outra sequência, praticamente todos elementos previstos estão inclusos no plano apresentado, subdivididos no documento em termos das obrigações atribuídas ao contratante e ao contratado. Estas obrigações não correspondem às responsabilidades do item “2” disposto na estrutura acima, visto que este refere-se ao papel de cada agente dentro do modelo conforme a MRDEP, sendo o único elemento não discutido já que todo projeto é totalmente desenvolvido pelo contratado.

As obrigações do contratante são basicamente a listagem de todos arquivos de referência a serem fornecidos para modelagem. Apesar de não estar previsto, sugere-se como boa prática a sua inserção mesmo que não se trabalhe no formato contratual, assim todos envolvidos estarão cientes quais as informações disponíveis, recomendando, se possível, até mesmo a descrição de local e nome destes nas pastas. Quanto às obrigações do contratado ressalta-se a definição de prazos como item de extrema importância para garantia do andamento dos serviços. Para tanto optou-se pela segmentação de cada disciplina em módulos, descrevendo estes de forma clara e definindo um cronograma de entrega. Como nem todos arquivos a serem disponibilizados estavam completos, o cronograma se deu em função do prazo em dias corridos a partir do envio

destes ao contratado. É importante prever, assim como observado no documento, a possibilidade de mudanças já que existem inúmeros fatores que não estão sobre o controle dos envolvidos.

Em anexo ao documento está a tabela desenvolvida junto ao setor de compras da empresa, descrevendo detalhadamente o que se esperava do projetista para extração de quantitativos, um dos objetivos para o empreendimento. Apesar da prática não ser encontrada em nenhum manual, é de todo proveito a presença do comprador nesse momento pelo fato de conhecer precisamente quais informações são necessárias para aquisição dos materiais. Para tanto foi estruturada a EAP do projeto e então especificado, por meio das unidades de medida e observações, o formato esperado segundo cada componente. Por fim, mas de suma importância, foi incluso um termo de propriedade intelectual por questões de cunho jurídico, recomendação para futuros empreendimentos que possam vir utilizar novamente o modelo contratual.

Diante disso, foi fechada a prestação do serviço por R\$ 4.650,00, valor que deve ser utilizado com muita cautela para comparações, sendo sugerida observação minuciosa da descrição do empreendimento apresentada na seção de identificação e caracterização no BEP. Entregue e assinado o contrato de projeto, deu-se início à modelagem, enfatizando a situação de os trabalhos começarem sem que todos os arquivos definitivos estivessem disponíveis. A ocorrência, apesar de comum, deve ser evitada ao máximo visto que vai de encontro a lógica de um empreendimento realizado segundo o BIM, incorrendo à retrabalho. Todavia, os serviços de terraplanagem e fundação já haviam sido iniciados no terreno, razão da urgência da produção do modelo, por isso as entregas não coincidiram com a proposta inicial do contrato, mas como previsto os prazos mudaram por acordo bilateral.

O primeiro produto foi o módulo um da arquitetura, cuja entrega materializou a sessão de *Design Review*. A reunião contou com a presença da diretoria, um arquiteto, o gerente BIM, a designer de interiores e o contratado, cumprindo com a expectativa de uma avaliação global para sanar as possíveis dúvidas, verificar incompatibilidades e mudanças necessárias. Ressalta-se aqui a relevância desse momento na qualidade do modelo a ser produzido e sua confiabilidade, ainda mais em situações em que a construção tem início paralelo ao projeto.

Deu-se continuidade a todo processo de modelagem, todavia sem o acompanhamento por parte do presente estudo, sendo os outros produtos esperados correspondentes aos entregáveis requeridos pelo BEP. Com o foco na implementação em si, já não haveria tanto

proveito no prosseguimento com a condução da metodologia, uma vez que o projeto seria completamente executado por um terceiro, cabendo a empresa apenas o recebimento, optando-se por encerrar o registro da etapa e avançar para revisão. A fim de ilustrar os resultados de tudo o que estava sendo executado, seguem imagens do modelo arquitetônico, segundo o realizado até o momento:



Figura 4.3 Perspectiva da Entrada

Fonte: Contratado

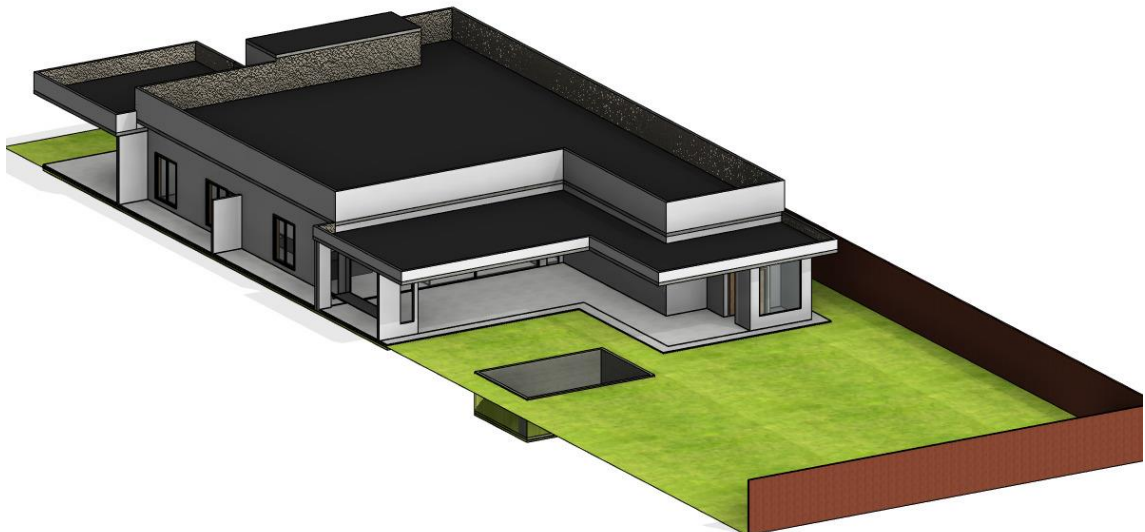


Figura 4.4 Perspectiva do Quintal

Fonte: Contratado



Figura 4.5 Elevação da Entrada

Fonte: Contratado

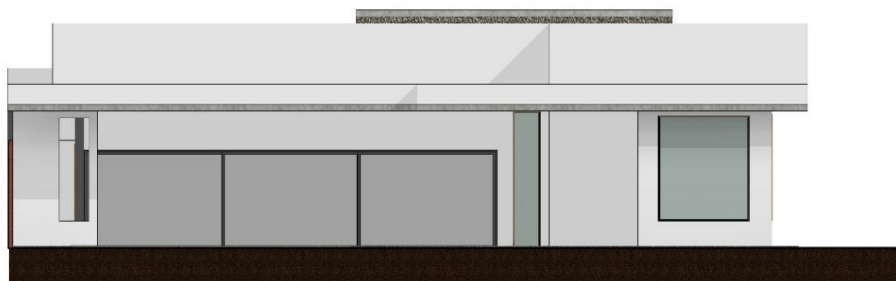


Figura 4.6 Elevação dos Fundos

Fonte: Contratado

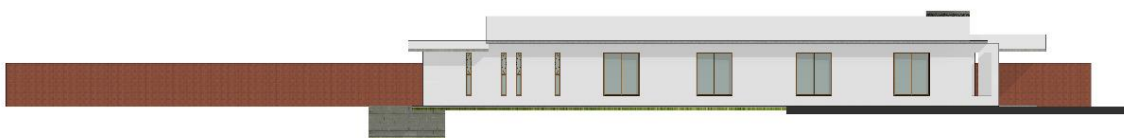


Figura 4.7 Elevação Lateral Esquerda

Fonte: Contratado



Figura 4.8 Elevação Lateral Direita

Fonte: Contratado

Pelo projeto não ter sido finalizado, a etapa só poderia ser avaliada quanto à duração pela fase do BEP, que por sua vez tomou 6 encontros de aproximadamente 2 horas cada, além do tempo dedicado a realização do documento em si, com aproximadamente 18 horas de trabalho líquido, resultando em 30 horas dedicadas ao plano de execução. Com intuito de apresentar um resultado comparativo, estima-se para a modelagem do projeto piloto a aplicação de 4 encontros de *Design Review*, conforme as entregas previstas pelo contrato e com a média de 2 horas, segundo o momento já realizado. Além disso, deve ser contabilizado o tempo dedicado pelo projetista, estimado com base em informações fornecidas por este, prevendo-se uma carga de aproximadamente 42 horas, assim, a etapa seria concluída com um total de 72 horas.

4.4 REVISÃO

Com o objetivo de examinar o processo como um todo, a etapa, como sugerido pela metodologia, começa na avaliação de horas e custos, critérios objetivos apresentados em resumo na tabela a seguir:

Tabela 4.8 Horas e Custos da Implementação

ETAPA	HORAS / %	% Previsto	CUSTO
PRELIMINARES	6 5,5%	4,3%	-
IMPLANTAÇÃO	32 29,1%	26,1%	R\$2.280,00
PROJETO-PILOTO	72 65,5%	69,6%	R\$4.650,00
TOTAL	110 100,0%	100,0%	R\$6.930,00

Fonte: Autor

Como comentado anteriormente, a métrica proposta pela metodologia quanto ao tempo investido não poderia ser tomada como comparativo dado à variabilidade da frequência de atividades. Porém é possível verificar que, em termos percentuais o realizado e o previsto são semelhantes, validando a distribuição estimada e gerando referenciais para futuras aplicações. Quanto aos valores absolutos, pode-se trabalhar em função da frequência esperada, exemplo, caso a empresa tenha a disponibilidade de encontros quinzenais de, em média, 4 horas cada,

calcula-se que estarão disponíveis 8 horas mensais, portanto, para o cumprimento das 110 horas seriam necessários aproximadamente 14 meses. Porém, se a empresa pode dedicar 6 horas semanais, em aproximadamente 4 meses e meio a implementação seria finalizada. Enfatiza-se o fato das particularidades de cada negócio, sendo recomendado usar a comparação para casos semelhantes em termos de porte tanto da empresa quanto projeto.

Apesar de não se chegar ao fim do projeto a apuração do processo através de elementos subjetivos ainda é válida. Para tanto destacam-se os principais pontos percebidos ao longo dos trabalhos e que devem ser o foco na continuidade da migração para o BIM, entendendo a mudança como um avanço gradual. Primeiramente, é imprescindível salientar o impacto que o agente externo teve no andamento da implementação por estar completamente engajado e dedicado na condução do processo. Assim, é fundamental a busca por alguém internamente para capacitar e conferir a responsabilidade de prosseguir com a motivação e inserção no BIM. Através da introdução da metodologia tornou-se evidente a carência da empresa em termos de padrões internos, a falta desses processos bem definidos pode apontar a aversão ao “engessamento”, visão que entende a documentação e definição de padrões como limites à fluidez do trabalho. Todavia, mediante a sugestão de procedimentos e fluxos ficou nítida a mudança de entendimento, que passa a enxergar as vantagens desse tipo de organização e como facilita a interação com as ferramentas.

Outro ponto de grande relevância esteve no foco não só em capacitação para uso de um determinado *software*, mas na percepção do BIM como metodologia e assim buscar conteúdo como instrumento na eficiência da implementação. Apesar da ausência de tempo hábil para dedicação exclusiva à capacitação cultural era evidente que o compartilhamento de ideias se tornou mais claro, facilitando a interação entre a empresa com o gerente e terceiros envolvidos. Finalmente, quanto aos aspectos subjetivos, é incentivada a continuidade do engajamento da empresa na superação dos obstáculos, evidenciada, por exemplo, na busca por um terceiro quando não havia disponibilidade para a modelagem. O empenho em solucionar e transpor as possíveis barreiras revela a consciência de que, apesar de custos no presente, o retorno é certo e a migração, em um momento que o uso do BIM ainda é incipiente, coloca a empresa em posição de destaque no mercado.

Assim, como recomenda a metodologia, diante da avaliação é possível traçar os próximos passos no sentido de evoluir com a prática na organização. Deste modo, verificadas as atividades desenvolvidas, a etapa voltada para o projeto piloto foi entendida como insuficiente

no treinamento da modelagem, tanto para o desenvolvimento de um projeto, quanto para criação e estruturação de *templates* e famílias. Sendo assim, sugere-se a continuidade da implementação através de um novo projeto piloto dedicada à prática de tais habilidades, recomendando-se a busca pela expansão quanto aos usos previstos para o empreendimento. O que certamente alavancaria os trabalhos, razão de se aconselhar a previsão de tal exercício, seria investir tempo em *benchmarking*¹¹ com intuito de conhecer o mercado, entender como este tem funcionado e propor objetivos de trabalho a fim de tornar-se referência no uso do BIM.

Pela ausência da prática projetual por parte da empresa, inviabilizou-se a promoção de práticas que pudessem ser firmadas como base para obras futuras, porém foi possível produzir um documento de suma importância, o plano de execução. Como já discutido, entende-se o BEP como produto singular de um empreendimento, mas o formato que este propões é sem dúvidas base para produção dos seguintes. Diante disso, recomenda-se a manutenção da prática de divisão das disciplinas por módulos, o que permite um controle gradual do avanço mediante as devidas aplicações das sessões de *Design Review* e compatibilização. É também possível o aproveitamento do fluxo proposto na Figura 4.2 por meio da substituição do contratado pelo responsável por determinada disciplina ou parte da mesma.

Por questões de disponibilidade horária a etapa teve encerramento sem a participação da equipe, como previsto na metodologia, uma perda em termos da apresentação de perspectiva interna. Porém, sendo uma fase recorrente, deve ser aplicada ao final de todo projeto, assim os envolvidos não só têm a oportunidade como precisam desenvolver a capacidade crítica para avaliar o que se produziu e traçar metas de aprimoramento.

¹¹ “...pesquisa entre empresas do mesmo setor para analisar como seus produtos, processos e serviços estão desempenhando em relação aos concorrentes.” (CASTRO, 2020).

5 CONCLUSÃO

Building Information Modeling é sinônimo de avanço, mas de igual modo, de responsabilidade, o aproveitamento de suas vantagens é precedido de toda uma organização rumo a nova cultura de projeto. O processo tem início na compreensão do BIM como metodologia, entendimento fundamental para que se priorize o estudo de seus conceitos anteriormente às práticas propriamente.

Assim, o estudo foi capaz de conceber uma revisão de aspectos centrais que facilitam a absorção do conteúdo voltado aos processos da implementação e permitem desenvolver de forma clara uma metodologia autoral, proposta para uma empresa de pequeno porte, focada na introdução desta no novo formato de trabalho.

Certamente, a implementação do BIM é desafiadora e sair da zona de conforto é a razão da resistência de muitos que acreditam que o retorno não compensa o esforço empregado, mas como dito por Succar, “o empresário costuma pensar no ROI [return on investment, ou retorno sobre o investimento], mas não foca em outro ROI, o risk of inaction [risco da inação], e isso é mais importante. É melhor mudar pela sua própria força do que ser levado pelo governo ou pela concorrência” (ESTADÃO, 2018).

Ainda em etapa de revisão bibliográfica o trabalho agregou de forma satisfatória as diversas visões dos guias nacionais, referências que se mostraram suficientes no tocante às diretrizes da implementação. É possível perceber, então, que o obstáculo do “desconhecimento da tecnologia”, destacado no Gráfico 1.1 como maior impedidor na adoção do BIM, não é justificativa válida no contexto nacional dado o acesso gratuito a conteúdos tanto em quantidade como qualidade.

O estudo se apresenta na qualidade de ferramenta base na superação dos desafios encontrados em prol do ingresso de pequenas empresas no BIM. Como representado pela graduação de cores no plano de implementação, à medida que se avança nas fases torna-se cada vez mais clara a compreensão da metodologia, progresso verificado em aplicação. É possível encontrar diversas instituições onde há o entendimento superficial e a vontade de mudança, porém, por não haver uma verdadeira inserção nessa “cultura” é inviável a entrada no novo mercado.

A evolução gradual é o que caracteriza o êxito do processo, partindo de momentos onde justamente essa “cultura” é transmitida, sua assimilação é verificada em projeto e finalmente validada através da revisão, etapa que se mostra imprescindível ao avaliar os produtos e, como um guia, projetar os pontos de aperfeiçoamento. Apesar dos conceitos trabalhados e o plano de implementação visarem uma aplicação universal é importante ressaltar a realidade em que estão inseridos, assim futuras consultas ao material precisam ponderar a validade da prática com o contexto em que estão sendo desenvolvidas.

Conforme apresentado anteriormente, a implementação se estende até a execução e operação do empreendimento, todavia, o estudo se restringe, por limitações de tempo, somente a etapa de projeto, visando a capacitação da diretoria e equipe a se estabelecerem como agentes autônomos para os serviços subsequentes. Mesmo não sendo possível no presente caso o avanço na modelagem, foram levantados dados que contribuem com o esclarecimento e disseminação da metodologia.

Apesar das particularidades intrínsecas a cada empresa, o trabalho se apresenta como base de incentivo para os demais envolvidos nesta indústria a abraçar a inovação ao enxergar os resultados aqui expostos, adaptando as diretrizes discutidas à sua realidade e por consequência mudando a cultura da construção vigente, firmando o país como exemplo mundial nos ganhos com o uso BIM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI. (2017). Processo de Projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI - MDIC. Brasília, DF.
- AsBEA. (2013). Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. São Paulo, SP.
- AUTODESK. (s.d.). *Requisitos do sistema para produtos Revit 2020*. Acesso em outubro de 2019, disponível em <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit-products/learn-explore/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/PTB/System-requirements-for-Autodesk-Revit-2020-products.html>
- BESSONI, A. (2019). *23 Benefícios do BIM nos seus empreendimentos*. Acesso em outubro de 2019, disponível em Bimexperts: <https://www.bimexperts.com.br/post/23-beneficios-do-bim-nos-seus-empreendimentos>
- CASTRO, I. (5 de fevereiro de 2020). *O que é Benchmarking e qual a sua importância para o Marketing Digital*. Acesso em setembro de 2020, disponível em Rockcontent: <https://rockcontent.com/br/blog/benchmarking/>
- CBIC. (junho de 2016). Coletânea: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Brasília, DF.
- CBIC. (maio de 2017). Cartilha: 10 motivos para evoluir com o BIM. (2). Brasília, DF.
- COELHO, K. (2017). A implementação e Uso da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto e Arquitetura. São Paulo.
- DGPO/SIEL - PR. (2018). Caderno BIM - Coletânea Cadernos Orientadores. *Caderno de Especificações Técnicas para Contratação de Projetos em BIM - Edificações*. Curitiba, Paraná.
- ENDEAVOR BRASIL. (s.d.). O Guia Prático para o seu MVP - Minimum Viable Product. Fonte: <https://endeavor.org.br/estrategia-e-gestao/mvp/>

- ESTADÃO. (22 de março de 2018). MEDIA LAB. *Especial Tecnologia na Construção*. São Paulo, SP. Acesso em 16 de setembro de 2019, disponível em <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2018/03/ESPECIAL-BIM-CBIC-Estada%CC%83o.pdf>
- IBRACON. (2016). Revista Concreto & Construções - 84ª Ed. *Tecnologia da Informação no Projeto e Modelagem de Estruturas de Concreto*, pg. 54 - 59.
- IBRE/FGV. (23 de outubro de 2018). A construção digital - Parte 2. Fonte: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital-parte-2>
- MICHAELIS. (s.d.). Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Fonte: <http://michaelis.uol.com.br/busca?id=OWQE>
- PENN STATE - COLLEGE OF ENGINEERING. (s.d.). BIM Uses by Project Phase. Fonte: https://www.bim.psu.edu/bim_uses/
- QUALITYASSOCIADOS. (s.d.). *Modelo de contrato de prestação de serviços simples*. Acesso em agosto de 2020, disponível em [https://www.qualityassociados.com.br/faq-items/modelo-de-contrato-de-prestacao-de-servicos/#:~:text=CONTRATANTE%3A%20\(Nome%20do%20Contratante\),\)%2C%20no%20Estado%20\(xxx\)%3B](https://www.qualityassociados.com.br/faq-items/modelo-de-contrato-de-prestacao-de-servicos/#:~:text=CONTRATANTE%3A%20(Nome%20do%20Contratante),)%2C%20no%20Estado%20(xxx)%3B)
- RIBA Enterprises Ltd. (2019). *National BIM Report 2019*. Acesso em setembro de 2020, disponível em thenbs: <https://www.thenbs.com/knowledge/national-bim-report-2019>
- SEBRAE SP. (2018). *Panorama dos Pequenos Negócios 2018*. São Paulo.
- WANDERLEY, A. (2017). *Premissas para Implantação de Building Information Modeling em Empresas de Projetos e de Construção: Estudos de Casos*. Recife, PE.