



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

AYANNA KARINA DE ASSIS SANTOS WANDERLEY

PREMISSAS PARA IMPLANTAÇÃO DE *BUILDING*
***INFORMATION MODELING* EM EMPRESAS DE PROJETOS E DE**
CONSTRUÇÃO: ESTUDOS DE CASOS

Recife, PE
2017



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

AYANNA KARINA DE ASSIS SANTOS WANDERLEY

**PREMISSAS PARA IMPLANTAÇÃO DE *BUILDING*
INFORMATION MODELING EM EMPRESAS DE PROJETOS E DE
CONSTRUÇÃO: ESTUDOS DE CASOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica de Pernambuco, para a qualificação no mestrado.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Livre-Docente Alberto Casado Lordsleem Jr

Coorientador: Prof. Dr. Sílvio Burrattino Melhado

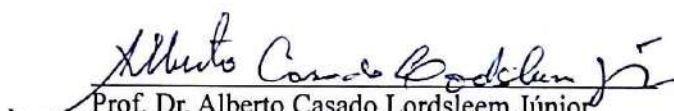
Recife, PE
2017

AYANNA KARINA DE ASSIS SANTOS WANDERLEY

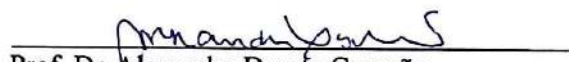
**PREMISSAS PARA IMPLANTAÇÃO DE BUILDING
INFORMATION MODELING EM EMPRESAS DE PROJETOS DE
ARQUITETURA E ENGENHARIA E EMPRESAS DE
CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO**

BANCA EXAMINADORA:

Orientador:


Prof. Dr. Alberto Casado Lordsleem Júnior
Universidade de Pernambuco

Examinadores:


Prof. Dr. Alexandre Duarte Gusmão
Universidade de Pernambuco


Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior
Universidade Federal da Paraíba

Recife, PE
2017

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora, que me deram muita luz, saúde e força nesta caminhada.

A minha família, pela compreensão nas ausências e por todo incentivo.

Ao meu orientador, prof. Dr. Alberto Casado e ao meu coorientador prof. Dr. Silvio Melhado, por todo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Cláudio, Fábria e Ari, pelas palavras motivadoras e auxílio e no desenvolvimento deste trabalho.

Ao PEC –POLI/UPE pela oportunidade.

Aos funcionários do PEC, pela atenção e por seus serviços.

A todos os professores do PEC que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

As empresas de projetos de arquitetura e engenharia, empresas de construção, bem como engenheiros, arquitetos e técnicos envolvidos, pelo interesse e colaboração com a pesquisa.

“O segredo da vida não é o que acontece com você,
e sim, o que você faz do que acontece com você”
Norman Vincent Peale

RESUMO

A Modelagem de Informação da Construção ou BIM (*Building Information Modeling*) representa um conjunto de políticas, tecnologias e processos, que aprimoram o desenvolvimento de projetos, a execução, a operação e a manutenção de empreendimentos na construção civil. Apesar deste conceito e de suas práticas estarem difundidos em diversos países do mundo, no Brasil a implantação de BIM ainda encontra muitas barreiras. Além disso, durante o processo de implantação algumas empresas desistem por não alcançarem o resultado esperado. Na Região Metropolitana do Recife, adesão a metodologia BIM é de menos de 5% do universo da pesquisa que são 445 entre empresas e profissionais liberais. Neste contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de apresentar uma pesquisa de estudos de casos relativa à avaliação da existência de premissas necessárias à implantação de BIM em empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Para a realização desse estudo foram identificadas as premissas existentes nos guias BIM da literatura, que permitiram a determinação dos critérios para avaliação das empresas estudadas. Os critérios determinados foram dispostos em um questionário semiestruturado, aplicado na forma de entrevista conduzida com a finalidade de reunir informações sobre as premissas para implantação, adotadas pelas empresas, e verificar o estágio de implantação alcançado por cada empresa após a realização dessas premissas. Como resultado, verificou-se que a evolução, com relação aos processos de implantação de BIM, está acontecendo de modo mais eficaz nas empresas que existe um maior número de premissas para implantação de BIM em prática. As empresas que apresentam um menor número de premissas implementadas, ou ainda, que não mantiveram as premissas implantadas em prática, não obtiveram sucesso ou não apresentam avanços significativos nos processos de implantação. Os dados levantados permitem confirmar que a existência das premissas para implantação na empresa influencia no adequado desenvolvimento do processo de implantação de Modelagem de Informação da Construção.

Palavras Chaves: Modelagem de Informação da Construção. BIM. *Building information modeling*. Implantação. Premissas para implantação.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) represents a set of policies, technologies, and processes that enhance project development, execution, operation, and maintenance of construction projects. Although this concept and its practices are widespread in several countries of the world, in Brazil the implementation of BIM still faces many barriers. In addition, during the implementation process some companies give up because they do not achieve the expected result. In the Metropolitan Area of Recife, adherence to the BIM methodology is less than 5% of the research universe that are 445 between companies and professionals. In this context, the present work was developed with the objective of presenting a case studies research to evaluate the existence of premises necessary for the implementation of BIM in Architecture, Engineering and Construction (AEC) companies. For the accomplishment of this study, the assumptions in the BIM guides of the literature were identified, which allowed the determination of the criteria for evaluation of the studied companies. The determined criteria were set out in a semi-structured questionnaire, applied in the form of an interview conducted with the purpose of gathering information on the premises for implementation, adopted by the companies, and verifying the implementation stage reached by each company after the realization of these premises. As a result, it has been verified that the evolution, in relation to the processes of implementation of BIM, is happening more effectively in companies that there is a greater number of premises for the implantation of BIM in practice. The companies with the fewest assumptions implemented, or those that did not maintain the premises implemented in practice, were not successful or did not present significant advances in the implementation processes. The data gathered confirm that the existence of the premises for implantation in the company influences the adequate development of the implementation process of Building Information Modeling.

Keywords:*BIM. Building information modeling. Implementation. Premise for Implementation.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Projeto 2D (pavimento superior)	20
Figura 2 - Projeto 3D em software BIM (pavimento superior)	21
Figura 3 - Projeto 3D e tabelas com quantitativos e tipos de portas e janelas.....	22
Figura 4 - Evolução da implantação de BIM	24
Figura 5 - Parâmetros associados a uma parede	27
Figura 6 - Softwares no padrão IFC.....	32
Figura 7 - BIM nas fases do projeto.....	35
Figura 8 - Benefícios da utilização do BIM para Arquitetos	41
Figura 9 - Benefícios da utilização do BIM para Engenheiros	42
Figura 10 - Benefícios da utilização do BIM para Construtoras.....	43
Figura 11 - Comparativo dos custos e esforços entre projetos realizados em BIM e projetos tradicionais	45
Figura 12 - Interface para escolha dos parâmetros para checagem do modelo	49
Figura 13 - Detecção e solução de conflitos do tipo hard clash	50
Figura 14 - Alterações no projeto destacadas com o software SOLIBRI	52
Figura 15 - Implantação de BIM	79
Figura 16 - Passos da CBIC para implantação de BIM	83
Figura 17 - Etapas da pesquisa	105
Figura 18 - Fluxo de trabalho BIM da empresa A1.....	121
Figura 19 - Fluxo de trabalho BIM da empresa E1	130
Figura 20 - Fluxo de trabalho BIM da empresa C1.....	145
Figura 21 - Fluxo de trabalho BIM da empresa C2.....	152

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Utilizações autorizadas de acordo com os níveis de desenvolvimento (NED).....	39
Quadro 2 - Guias relacionados às práticas BIM.....	69
Quadro 3 - Resumo da fase de planejamento do guia australiano.....	77
Quadro 4 - Resumo da fase de execução do guia australiano.....	78
Quadro 5 - Etapas para implantação de BIM no Guia da AsBEA.....	80
Quadro 6 - Atividades do BIM do Guia da AsBEA.....	81
Quadro 7 - Temas abordados nos guias de implantação	86
Quadro 8 - Respostas das entidades setoriais.....	112
Quadro 9 - Caracterização das empresas	114
Quadro 10 - Caracterização dos empreendimentos.....	115
Quadro 11 - Resultados da empresa A1	117
Quadro 12 - Resultados da empresa E1.....	125
Quadro 13 - Resultados da empresa E2.....	134
Quadro 14 - Resultados da empresa C1	140
Quadro 15 - Resultados da empresa C2	148
Quadro 16 – Comparação do atendimento as premissas.....	153
Quadro 17 - Apresentação das premissas que continuaram em desenvolvimento nas empresas.....	155

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Principais usos BIM na Região Metropolitana do Recife ... 113

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Justificativa.....	13
1.2 Objetivo	15
1.2.1 Objetivo geral.....	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
1.3 Estrutura da dissertação.....	16
2 MODELAGEM DE INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO EM AEC.....	18
2.1 Evolução do CAD ao BIM.....	18
2.2 Parametrização.....	25
2.3 Interoperabilidade	29
2.4 Utilização de modelagem de informação da construção	33
2.4.1 Para desenvolvimento de projetos.....	44
2.4.2 Na Construção.....	53
3 IMPLANTAÇÃO.....	60
3.1 Internacional.....	60
3.2 No Brasil.....	64
3.3 Premissas para implantação	66
3.3.1 Definir métricas	87
3.3.2 Definir metas	88
3.3.3 Desenvolver um plano de implantação.....	88
3.3.4 Definir quais serão os usos do BIM na empresa	91
3.3.5 Definir uma equipe para implantar BIM	92
3.3.6 Definir o suporte para implantação	94
3.3.7 Reestruturar os recursos de informática	96
3.3.8 Definir os padrões internos.....	97
3.3.9 Realizar treinamentos	98
3.3.10 Definir um fluxo de trabalho BIM.....	99
3.3.11 Iniciar um projeto piloto	100
3.3.12 Monitorar a implantação e revisar o plano de implantação	101
4 METODOLOGIA DA PESQUISA	103
4.1 Caracterização da pesquisa.....	103
4.2 Etapas da pesquisa	104
4.3 Coleta de dados.....	106
4.3.1 Identificação da utilização de BIM através das entidades de classe	107

4.3.2 Avaliação da utilização do BIM pelas construtoras e pelos escritórios de projeto.....	108
4.4 Análise dos resultados.....	110
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	112
5.1 Pesquisa de aplicação do BIM nas entidades setoriais	112
5.2 Empresa A1.....	115
5.2.1 Caracterização da empresa	115
5.2.2 Caracterização do empreendimento do projeto piloto.....	115
5.2.3 Resultados do questionário.....	116
5.2.4 Análise dos resultados da empresa A1.....	118
5.3 Empresa E1.....	123
5.3.1 Caracterização da empresa entrevistada.....	123
5.3.2 Caracterização do empreendimento do projeto piloto.....	123
5.3.3 Resultados do questionário.....	123
5.3.4 Análise dos resultados da empresa E1.....	126
5.4 Empresa E2.....	132
5.4.1 Caracterização da empresa entrevistada.....	132
5.4.2 Caracterização do empreendimento do projeto piloto.....	133
5.4.3 Resultados do questionário.....	133
5.4.4 Análise dos resultados da empresa E2.....	135
5.5 Empresa C1.....	138
5.5.1 Caracterização da empresa entrevistada.....	138
5.5.2 Caracterização do empreendimento do projeto piloto.....	139
5.5.3 Resultados do questionário.....	139
5.5.4 Análise dos resultados da empresa C1.....	141
5.6 Empresa C2.....	146
5.6.1 Caracterização da empresa entrevistada.....	146
5.6.2 Caracterização do empreendimento do projeto piloto.....	146
5.6.3 Resultados do questionário.....	147
5.6.4 Análise dos resultados da empresa C2.....	149
5.7 Comparativo entre resultados obtidos nas empresas de AEC	153
5.8 Análise dos resultados utilizando a empresa E1 como parâmetro de avaliação	156
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	162
REFERÊNCIAS.....	164
APÊNDICE A–FORMULÁRIO	172
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO.....	176

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) é um conjunto de políticas, processos e tecnologias, que interagem gerando uma metodologia de gerenciamento do fluxo das informações de todas as fases do ciclo de vida de uma edificação, arquitetura, engenharia, construção, operação e manutenção (SUCCAR, 2009). Essa metodologia de gerenciamento tem a capacidade de reduzir os custos de cada fase do ciclo de vida do edifício, melhorar o tempo de entrega dessas fases, além de facilitar a garantia de qualidade do produto final. (USACE, 2011).

Em alguns países, a utilização de práticas da metodologia BIM já é bastante significativa. Nos Estados Unidos, segundo Jones e Bernstein (2012), tem-se que o crescimento do BIM foi de 28% em 2007, para 71% em 2012. Porém, no Brasil o uso da metodologia BIM e de suas vantagens ainda não estão totalmente difundidos no mercado, sendo incipientes. Louzas (2013) realizou uma pesquisa de campo com 588 engenheiros e arquitetos brasileiros, concluindo que 90% dos entrevistados pretendem utilizar a metodologia BIM em um prazo máximo de cinco anos. No entanto, 62,07% dos respondentes, configurando a maior parte da amostra, ainda não trabalham com a metodologia.

As dificuldades da implantação dessa metodologia de gerenciamento, geralmente são associadas, pelas empresas, aos altos custos para implantação das tecnologias, que envolvem tanto os *softwares*, quanto as máquinas e o treinamento para capacitações dos profissionais na utilização das tecnologias; além da incompatibilidade dos aplicativos BIM e da falta de colaboratividade entre as empresas (MENEZES, 2011). Contudo a dificuldade da implantação não está apenas ligada a tecnologia, mas também, a falta de estabelecimento de processos, e de investimento em políticas.

Outro fato que implica no retardamento da aceitação do BIM é que tanto os escritórios de projetos quanto as construtoras antes de implantarem o BIM analisam o fator de risco associado a uma metodologia ainda não consolidada, contribuindo para o atraso do desenvolvimento da tecnologia no Brasil. A maioria dos interessados em BIM, provavelmente estão esperando para observar os resultados que os pioneiros terão (LOUZAS, 2013).

Em uma pesquisa feita por Jones e Bernstein (2014), com construtoras em todos os continentes, foi possível verificar que 75% dessas empresas informaram que obtiveram um retorno positivo com o investimento em BIM. Ainda segundo a pesquisa, a porcentagem de empresas brasileiras que aderiram ao BIM e obtiveram retorno com o investimento nessa metodologia foi superior à média mundial, pois das quarenta construtoras entrevistadas 85% declaram que o retorno do investimento em BIM foi positivo (JONES; BERNSTEIN, 2014).

Alguns países como Austrália e Estados Unidos da América, elaboraram guias federais para auxiliar a implantação e difusão do *Building Information Modeling*. Nesses guias são apresentadas etapas relevantes para a implantação, algumas dessas etapas são ainda consideradas indispensáveis para o sucesso da implantação podendo assim, ser julgada como premissa para o êxito da implantação. (NATSPEC, 2014; USACE, 2006).

Para que o BIM se difunda ainda mais no Brasil, aprimorando os processos conceptivos, construtivos e de gerenciamento na construção civil, é necessário que mais trabalhos com resultados positivos se iniciem no meio acadêmico e sejam divulgados. Ruschel, Andrade e Moraes (2013), levantam a bandeira para o ensino de BIM, pois consideram como uma estratégia fundamental para o desenvolvimento tecnológico na área da AEC.

Ao ser ensinado sobre a modelagem de informação da construção, o aluno pode contribuir para o desenvolvimento dessa tecnologia e compartilhar informações sobre os seus benefícios, provocando uma difusão no entendimento e facilitando a implantação de BIM em empresas que ainda não possuem conhecimento suficiente do modelo e, por isso, não arriscam implantar, preferindo aguardar a consolidação da tecnologia para poder aderir-la (BASTO; LORDSLEEM JUNIOR, 2016).

A utilização de Modelagem de Informação da Construção pode impactar em diversos fatores da construção civil, inclusive no econômico, um fator relevante, pois tem o poder de despertar o interesse das empresas em utilizar as novas tecnologias do mercado.

Nessa perspectiva, verifica-se a necessidade de estudar e avaliar como está sendo feita a implantação dessa metodologia e quais são as premissas para que esse processo obtenha um resultado positivo.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo geral

Avaliação da existência de premissas necessárias à implantação de BIM em empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Com o intuito de conferir se o atendimento às premissas proporciona o desenvolvimento adequado da implantação de *Building Information Modeling* nas empresas monitoradas.

1.2.2 Objetivos específicos

Para a consecução do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- i. Identificar as premissas para implantação da metodologia BIM nas empresas;

- ii. Atribuir indicadores para as premissas identificadas;
- iii. Analisar o atendimento às premissas pelas construtoras e pelos escritórios de projetos entrevistados;
- iv. Pontuar os fatores que dificultam a utilização do BIM nas empresas;

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação apresentada está disposta em seis capítulos, onde o capítulo 01 faz a introdução sobre o tema abordado, destacando alguns dos principais assuntos relacionados ao tema em estudo. Neste capítulo também é apresentada a justificativa e objetivo do trabalho e alguns detalhes de como foi realizado.

No capítulo 02 o tema Modelagem de Informação da Construção (BIM) é apresentado de forma ampla, tratando do processo evolutivo das realizações de projetos de construção civil e como a metodologia BIM pode beneficiar a concretização desses projetos, além dos principais conceitos relacionados ao BIM que são relevantes para o desenvolvimento da pesquisa. É discutida também aplicabilidade da Modelagem de Informação da Construção (BIM) nas áreas de AEC, em três de importantes áreas para o desenvolvimento de um empreendimento, que são as fases de concepção, projetual e a executiva.

No capítulo 03 além de apresentar alguns planos de implantação da metodologia em diversos países, encontra e seleciona as premissas para implantação que serão avaliadas nas empresas entrevistadas.

O capítulo 04 apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa, caracterizando o tipo de pesquisa, a elaboração do questionário semiestruturado, as entrevistas para coleta de dados e a análise dos resultados das empresas entrevistadas.

No capítulo 05 contempla análise dos estudos de caso, que apresenta inicialmente a caracterização das empresas divididas em dois segmentos, escritório de projetos e construtoras. Para cada empresa estudada são apresentados e analisados os resultados e os fatores que dificultam a utilização do BIM são identificados. O capítulo será concluído com a análise comparativa dos resultados das empresas.

Por fim no capítulo 06 estão as considerações finais, obtidas a partir de todo o trabalho realizado.

2 MODELAGEM DE INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO EM AEC

2.1 Evolução do CAD ao BIM

Tradicionalmente a realização de um projeto de uma edificação utiliza projetos 2D, que são documentos impressos em papel e distribuídos para servirem de orientação para as atividades realizadas em campo. Inicialmente esses projetos eram desenvolvidos manualmente e, apesar de ter um baixo custo, apresenta ainda reduzida produtividade. A produção de desenhos depende da habilidade do desenhista, demanda um grande espaço físico para a armazenagem dos desenhos e projetos, além de maior tempo e desgaste para que o projeto chegue ao seu destino final (HELLMEISTER et al., 2011).

Speck (2005), afirma que a revolução industrial foi a grande propulsora do desenvolvimento do desenho técnico, aumentando significativamente sua importância. Depois com o surgimento do computador houve a disseminação de novas tecnologias e os computadores passaram a auxiliar no desenvolvimento desses projetos. Como o desenho assistido pelo computador (*computer aided design* - CAD).

Embora a implantação dos *softwares* CAD, em substituição ao lápis e papel, tenha acarretado numa melhor eficiência no tratamento dos projetos, seja no que diz respeito à criação do desenho ou na sua edição, o custo dessa atividade foi considerado elevado, pois para o desenvolvimento do projeto e atualização do desenho feito em CAD necessitava da atualização do *hardware* e *software*, porém o aumento da produtividade do projetista, e a necessidade de um espaço físico menor para a armazenagem, como disquetes e CDs, além da otimização do tempo gasto para o envio dos desenhos e projetos, que poderiam ser enviados pela internet tornou o sistema competitivo. Além dos ganhos com apresentação e estética devido à padronização e a qualidade dos desenhos (HELLMEISTER et al., 2011).

Os sistemas CAD permitiram não só fazer a representação do desenho e dos sistemas de modelagem, como também gerar e verificar as soluções de projeto. Porém por certo período os sistemas foram mais utilizados para realizar o Desenho Assistido por Computador (*Computer Aided Drawing*) do que para o Projeto Assistido por Computador (*Computer Aided Design*), o foco foi a representação do projeto (ANDRADE, 2012).

Com o avanço das técnicas de CAD, tornaram-se frequentes os pacotes de *softwares* voltados para mecânica computacional, possibilitando ao usuário realizar não apenas o desenho (representação gráfica do projeto), mas também simulações a partir de modelos gerados, quando não, *softwares* específicos que utilizem o método numérico de elementos finitos e/ou o método numérico de volumes finitos que têm como *input* modelos construídos com auxílio de *softwares* de CAD (AMARAL; PINA, 2010).

Por meio dos sistemas CAD os elementos como linhas, pontos, textos, entre outros são inseridos em um espaço virtual através de vetores de coordenadas com precisão matemática os objetos 2D (duas dimensões) nos sistemas CAD evoluíram oferecendo elementos 3D para a construção de superfícies e sólidos. (EASTMAN et al., 2010).

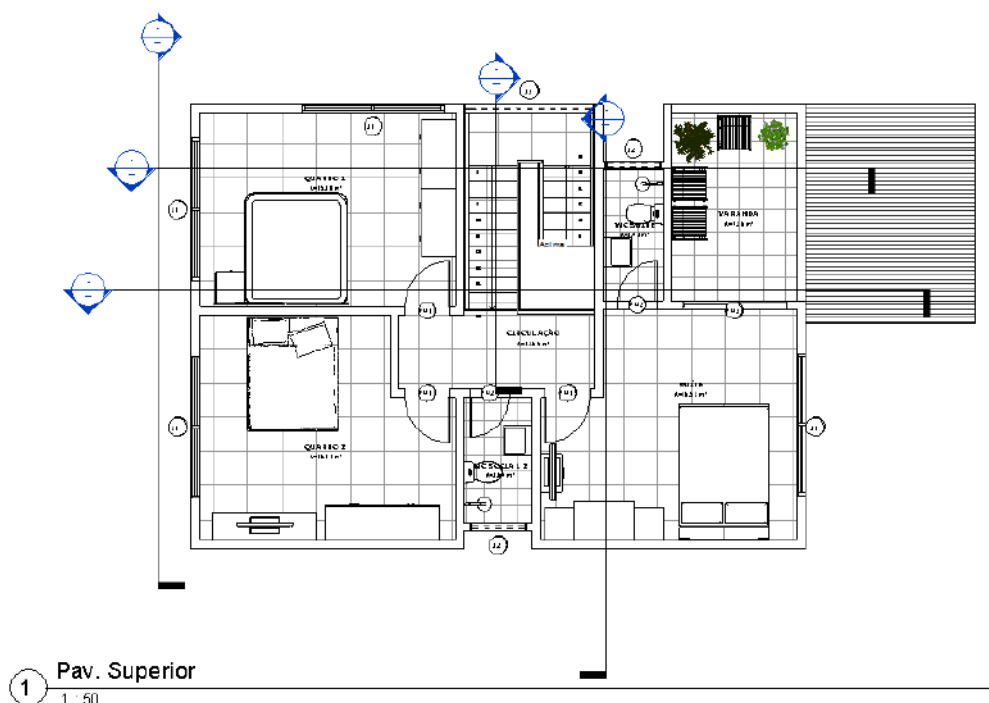
No processo convencional, tanto no uso do CAD bidimensional ou no uso do papel vegetal, é criada uma série de desenhos técnicos, sem conexões explícitas entre si, cuja leitura em conjunto permite a compreensão da totalidade da informação do projeto. O conjunto de desenhos pode subsequentemente dar origem a uma maquete virtual – um modelo tridimensional que permite melhor visualização das informações, mas que pouco influencia o processo de projeto em si e a qualidade final do produto (SPERLING, 2002).

Por isso apesar desta significativa evolução, a forma de projetar os sistemas CAD seja ele 2D ou 3D não pode ser considerada uma mudança de paradigma, visto que apenas as ferramentas de desenho foram apenas

transferidas para o computador, diminuindo erros, tempo de dedicação e proporcionando maior facilidade para a aplicação de alterações necessárias, ou seja, a modelagem ficou mais eficiente, mas o resultado final manteve-se para fim de representação.

Um exemplo dessa representação tradicional em 2D está na Figura 1, nesta figura têm-se apenas a representação gráfica, mas sem nenhuma informação associada ao modelo.

Figura 1 - Projeto 2D (pavimento superior)



Fonte: Própria da autora (2017)

Com a difusão dos sistemas CAD e através da evolução tecnológica natural estes sistemas passaram a ter mais inteligência, o foco dos usuários foi transferido dos desenhos e das imagens em 3D para os próprios dados associados com os dados do projeto, a necessidade de compartilhar esses dados deu-se origem a modelagem com informação (EASTMAN et al., 2010).

Essa pode ser considerada a grande evolução do CAD para BIM, pois na fase de elaboração do projeto com o BIM obtêm-se objetos bem definidos, que

serviram para todo o ciclo de vida do projeto. No modelo BIM cada elemento desenhado representa um objeto que contém propriedades predefinidas, ou propriedades definidas pelo usuário, que podem ser dimensões como comprimento, largura e altura ou ainda outras características como materiais, finalidade, especificações, fabricante e preço (SANTOS et al., 2009; CRESPO; RUSCHEL, 2007).

A Figura 2 mostra a representação em 3D da casa da apresentada anteriormente na Figura 1 e a interação dos elementos construídos, é possível observar, por exemplo, se a espessura da porta ou da janela é compatível com a espessura da parede.

Figura 2 - Projeto 3D em *software* BIM (pavimento superior)



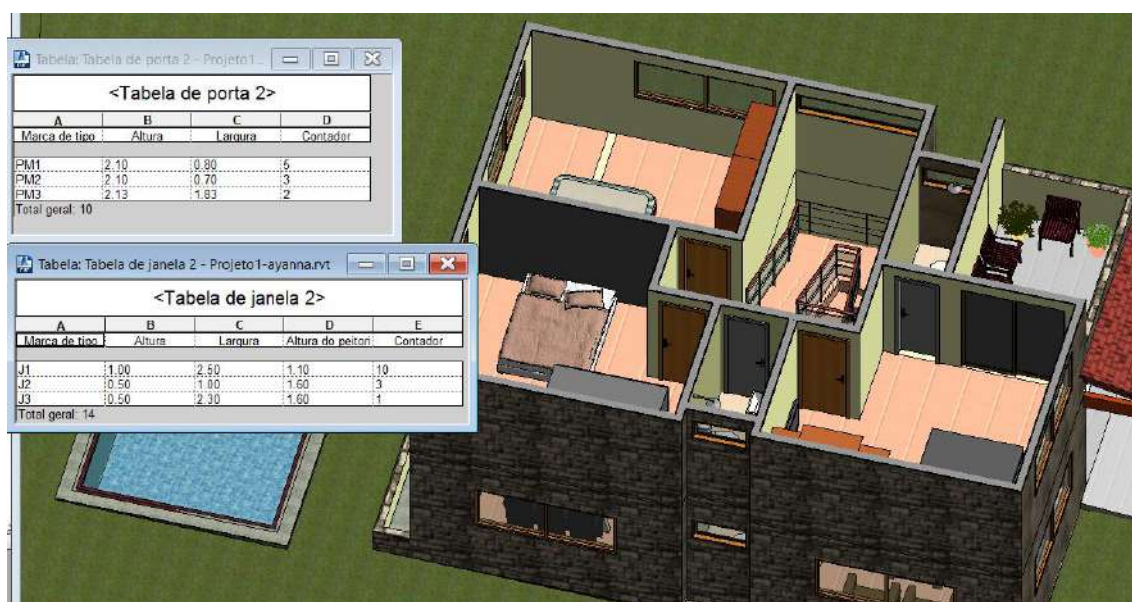
Fonte: Própria da autora (2017)

Esse processo de atribuir características ao objeto através de sequências de decisões que ocorrem em ciclos, com análises, sínteses e avaliações pode ser denominado de parametrização. A parametrização permite o lançamento de informações no banco de dados, que por sua vez

possibilitam a extração de listas de materiais, orçamentos, tempo de execução, análises estruturais, análise da eficiência energética, além de outros itens de projeto como qual o melhor traçado para uma tubulação hidráulica.

A Figura 3 mostra algumas das informações que normalmente estão associadas ao modelo e podem ser extraídas a qualquer momento, como a tabela de portas e janelas indicando suas dimensões e no caso das janelas a altura de peitoril.

Figura 3 - Projeto 3D e tabelas com quantitativos e tipos de portas e janelas



Fonte: Própria da autora (2017)

Na evolução do próprio BIM surgiram modelos que combinam o BIM com outras dimensões. Segundo Tse; Wong e Wong(2005), os modelos 4D iniciaram basicamente com a combinação do 3D Studio Max, e o Primavera Project Planner (*software* de planejamento), ou seja, a combinação de *software* de modelagem em três dimensões com um *software* de planejamento, e em sequência demonstrando uma abordagem mais avançada, a combinação do ArchiCAD, Planet (*software* de planejamento) e o IFC (*Industry Foundation Class*), formato universal de representação dos

produtos da construção. Surgindo assim um modelo nD, denominado BIM (*Building Information Modeling*).

Para Tobin (2008), existem três gerações de atividades BIM, denominadas Era BIM 1.0, Era BIM 2.0 e Era BIM 3.0. Succar (2009) acrescenta a essas gerações o pré-BIM antes da Era BIM 1.0 e o *Integrated Project Delivery*, após a Era BIM 3.0.

No pré-BIM mesmo quando algumas visualizações 3D são geradas, estas são muitas vezes dependentes de documentação bidimensional e detalhamento. Quantidades, estimativas de custo e especificações geralmente não são derivadas automaticamente do modelo de visualização nem estão ligadas à documentação. Além disso, as práticas colaborativas entre as partes interessadas não são priorizadas e o fluxo de trabalho é linear e assíncrono (SUCCAR, 2009).

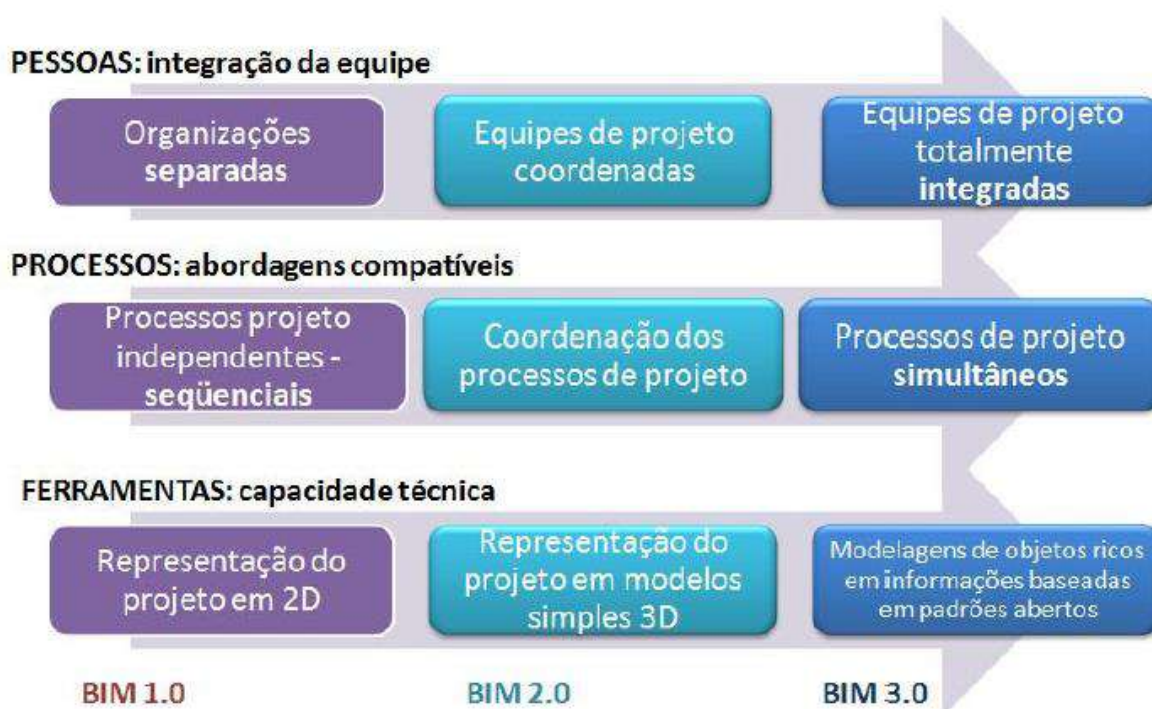
A Era BIM 1.0 acontece quando a implementação do BIM é iniciada através da implantação de uma "ferramenta de software paramétrico 3D baseada em objetos", nessa geração os usuários geram modelos uni disciplinares usados principalmente para automatizar geração e coordenação de documentação 2D e visualização 3D. Na Era 2.0 os usuários colaboram ativamente com outros usuários e essa colaboração pode dentro de uma mesma fase entre disciplinas diferentes ou em duas fases diferente do ciclo de vida do projeto, embora as comunicações entre os usuários do BIM continuem a ser assíncronas. (SUCCAR, 2009; TOBIM, 2008).

A Era BIM 3.0, é considerada também, por Tobim (2008), como a era da interoperabilidade, onde o mais importante é quão bem a construção virtual representa o processo de construção de fato. Nesta era tem-se modelos interdisciplinares com "n" dimensões permitindo análises complexas nos estágios iniciais de projeto e construção virtual. Os resultados do modelo estendem-se além das propriedades do objeto para incluir inteligência de negócios, princípios de construção enxuta, políticas ecológicas e todo o

custo do ciclo de vida. A maturidade de todas essas tecnologias, processos e políticas proporcionará a *Integrated Project Delivery* (IPD) (SUCCAR, 2009).

As gerações BIM e suas principais atividades podem ser observadas na Figura 4.

Figura 4 - Evolução da implantação de BIM



Fonte: Andrade, (2012)

Em resumo, o conceito BIM prevê a construção em ambiente 3D virtual de objetos característicos e não apenas da sua representação. Tais objetos, chamados de objetos inteligentes (objetos paramétricos de construção), apresentam além das propriedades espaciais associadas à sua representação, propriedades intrínsecas aos mesmos.

Utilizando o objeto porta como exemplo, em *softwares* CAD pode-se obter apenas a representação geométrica do objeto em ambiente 2D e/ou 3D, entretanto no conceito BIM a porta em questão é uma entidade única com seus elementos geométricos e demais propriedades intrínsecas ao mesmo.

Além das três dimensões da modelagem geométrica espacial é possível atribuir ao objeto novas dimensões, como “tempo” (4D), “custo” (5D), entre outras dimensões possíveis. Por este conceito o projeto não mais apresenta linhas e textos para representar elementos e sim os próprios objetos que compõem a obra. (EASTMAN et al., 2010).

Comparando o sistema BIM com os sistemas CAD, observa-se que o BIM “modela e gerencia não somente gráficos, mas também informações que permitem gerar automaticamente desenhos, relatórios, análise de projeto, simulação de cronogramas, facilidade de gerenciamento, entre outras.” (LIMA et al., 2014, p.2142).

2.2 Parametrização

Segundo Andia (2013), 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.

É importante diferenciar objeto paramétrico de processo paramétrico e *software* completamente paramétrico. Um objeto, quando paramétrico, tem seus atributos variáveis, por exemplo, as dimensões de uma coluna, o seu material, sua resistência. Um Processo paramétrico é o algoritmo para gerar um projeto ou parte de um projeto, por exemplo, um script que gera uma parede, pisos, colunas, entre outros. E *software* completamente paramétrico inclui processos paramétricos para desenvolver os objetos paramétricos de um projeto (HÜBERS, 2010).

Para Eastman et al. (2010), em um projeto paramétrico não se projeta um único elemento de construção, como uma porta ou uma janela, mas sim

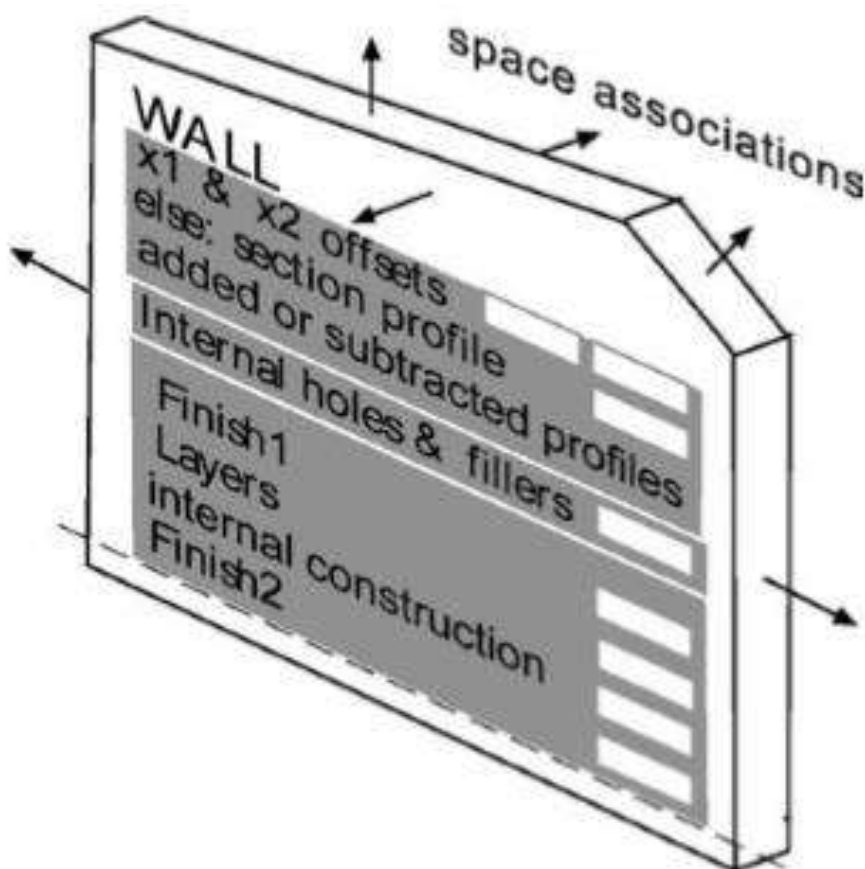
uma família com relações e regras bem definidas que utilizam parâmetros, como distâncias, ângulos ou posição relativa. Quando algum parâmetro é modificado pelo usuário as características do elemento são ajustadas para que ele se mantenha dentro do padrão da família à qual ele está associado. Diferente do tradicional 3D onde todas as dimensões e características têm que ser alteradas manualmente, tornando essa atividade improdutiva para sua utilização em edifícios.

Ainda no modelo de Eastman et al. (2010), em uma simples parede devem ser definidos pelo menos os seguintes parâmetros:

- Localização de porta e janela, de modo que sejam compatíveis com a parede, se não forem compatíveis o *software* irá informar;
- Linha para delinear a trajetória da parede, podendo ser reta ou curva;
- Limites no teto, no piso, com outras paredes;
- Seções diferenciadas, como trapezoidais;
- Tipo construtivo;
- Materiais utilizados.

Na Figura 5 estão exemplificados os parâmetros mínimos que devem ser definidos para uma parede.

Figura 5 - Parâmetros associados a uma parede



Fonte: Eastman et al. (2010)

Para Andrade e Ruschel (2009), a parametrização permite a codificação do raciocínio humano, através das chamadas “famílias” de objetos, onde são incluídos os atributos de forma, e atributos que não são de forma, como material, fabricante, tempo de execução e custo, podendo assim uma única família gerar uma grande variedade de objetos.

Sacks; Eastman e Lee (2004) acrescentam que além das relações geométricas a modelagem paramétrica permite a representação das relações funcionais entre as partes. Incluindo as propriedades estrutural, térmica, acústica, segurança e outros critérios bem definidos, além das propriedades estéticas. O comportamento paramétrico define a forma em que as partes irão interagir uns com os outros em apoio da sua função.

No entanto, a parametrização sempre exige participação de um codificador capaz de observar todos os possíveis dados e condições pertinentes ao objeto que se deseja representar e transformar essas características do objeto em códigos, criando sistemas especializados que podem ser alimentados não só pelo codificador, mas também, em uma segunda fase, pelo uso dos projetistas que podem criar formas e objetos não existentes nos aplicativos BIM disponíveis no mercado (ANDIA, 2013; SACKS; EASTMAN; LEE, 2004).

A modelagem paramétrica é uma atividade com um elevado índice de dificuldade (Lee; Sacks e Eastman, 2006). Tem como fundamento o desenvolvimento de modelos paramétricos de muitos subconjuntos de construção como, ligações de concreto de aço / pré-moldados e painéis de fachada curvas, pois esses objetos muitas vezes requerem mais de uma centena parâmetros e relações paramétricas entre eles.

Através da modelagem paramétrica, que é capaz de associar a informações aos objetos, é possível a extração de tabelas de quantitativos e de materiais, como foi visto na Figura 3. Outra funcionalidade da modelagem paramétrica é a detecção de interferências ou conflitos entre objetos, com isso é possível a identificação de uma janela que penetra na estrutura de concreto, ou ainda identificar que os espaços da armação do concreto são muito estreitos impossibilitando a passagem do agregado graúdo, que tem dimensão previamente determinada na modelagem paramétrica.

Porém na modelagem paramétrica, geralmente há mais de uma maneira de implantar o mesmo padrão de comportamentos para os objetos do edifício (LEE; SACKS; EASTMAN, 2006). À medida que cada software cria o seu próprio padrão surge a incompatibilidade entre os *softwares*.

Hubers (2010) conclui que o uso de um *software* específico para desenvolver todas as etapas de projeto não é uma boa abordagem de colaboração. Mesmo que o *software* escolhido seja completamente

paramétrico, para Hubers (2010) os membros da equipe de um projeto devem utilizar o *software* que julgar mais adequado às suas disciplinas. Nesse mesmo raciocínio Bernstein e Pittman (2004) afirmam que modelos de dados monolíticos e aplicações de *software* que tentam fazer tudo geralmente não conseguem produzir nada com qualidade.

Para acontecer esse processo de mudança e adoção da modelagem paramétrica é preciso entender que, são condições determinantes, a colaboração e a interoperabilidade, tema que será abordada no próximo item o 2.3.

É necessária a contribuição dos desenvolvedores dos *softwares*, dos projetistas e dos fabricantes, de maneira que haja compartilhamento e comunicação não só entre as pessoas do projeto, mas também entre os *softwares* integrantes ao projeto.

2.3 Interoperabilidade

Segundo Young Jr; Jones e Bernstein (2007), a interoperabilidade pode ser dividida em duas vertentes a primeira está relacionada com a tecnologia e é definida como a capacidade de gerenciar e comunicar produtos eletrônicos e dados do projeto entre as empresas colaboradoras. A segunda vertente está relacionada com o nível cultural, nesse caso, a interoperabilidade é, muitas vezes, definida como a capacidade de implantar e gerenciar relações de colaboração entre membros das equipes de disciplinas de construção que permite a execução de projetos integrados.

Para que essa interoperabilidade cultural ocorra segundo Bernstein e Pittman (2004), há a necessidade de modificações na cultura tradicional de projeto e construção. É necessário criar um processo no qual os participantes conheçam suas responsabilidades com relação à troca dados e dessa maneira compartilham os mesmos de forma eficaz, sendo essa

considerada uma das barreiras para a adoção do BIM de acordo com Bernstein e Pittman, (2004).

Neste item é tratada, de forma mais detalhada, a Interoperabilidade da tecnologia, que é aquela capaz de promover na prática e de maneira eficiente que todos os membros da equipe desenvolvedora do projeto possam trocar livremente dados do projeto, independente do *software* ou sistema utilizado, permitindo que cada membro da equipe possa integrar melhor o desenvolvimento do projeto (YOUNG JR; JONES; BERNSTEIN, 2007).

Para que essa troca de dados aconteça é necessário que haja que uma equivalência entre os sistemas. No processo de síntese de projetos para construção civil ainda não há uniformidade entre os *softwares* utilizados para projetar.

Quando o tema é Modelagem de Informação da Construção (BIM), então a situação se torna ainda mais crítica, pois no BIM a interoperabilidade ainda não atingiu graus de eficiência e confiabilidade satisfatórios. Como afirma Jardim-Gonçalves e Grilo (2010) as questões de interoperabilidade são parte do problema geral na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) no processo de implantação de BIM. Os *softwares* envolvidos durante todo o ciclo de vida dos projetos, desde a concepção até a construção, incluídos aqueles utilizados na operação e manutenção são muitas vezes incompatíveis.

Em seu trabalho sobre implantação de BIM em escritórios de projetos Stehling e Arantes (2013) expõem que “Uma das conclusões é a de que o sucesso da implantação de sistemas que melhorem o fluxo da informação intra e extra empresarial está condicionado à melhoria de interoperabilidade dos sistemas...”.

Além disso, em pesquisa apresentada em Young Jr; Jones e Bernstein (2007) mostram que a promessa de uma melhor interoperabilidade está entre um

dos fatores que têm a maior influência sobre a decisão de usar BIM apresentando um resultado de 41%. Ou seja, 41% dos entrevistados seriam influenciados a utilizar a Modelagem de Informação de Construção se a interoperabilidade entre os sistemas fosse uma realidade.

Portanto o conceito Modelagem de Informação de Construção pressupõe a interoperabilidade e a colaboração entre os profissionais da indústria da Arquitetura Engenharia e Construção (AEC). Faz-se necessário promover a interoperabilidade dos dados na construção civil.

Para Eastman et al. (2010), há duas formas de promover o intercâmbio de dados entre os *softwares*:

- Ligação direta e proprietária, que são muito utilizadas, pois devido as suas restrições evitam a utilização dos *softwares* concorrentes. Esse método como tratado no item 2.2 é considerado por Hubers (2010) e Bernstein e Pittman (2004) como um método ineficaz.
- Ou por formatos públicos de intercâmbio, que utilizam um padrão aberto para o modelo de construção e carregam várias informações além da geometria como propriedades e materiais dos objetos;

Ainda segundo Eastman et al. (2010), o setor público nos diversos países deseja evitar as soluções proprietárias, incentivando o uso de formatos públicos, entre eles o formato mais utilizado é o IFC (*Industry Foundation Classes*).

Esse formato foi desenvolvido pela atual *Building Smart*, uma empresa sem fins lucrativos criada em 1994, quando doze empresas provadas se uniram e formaram a então denominada *Industry Alliance for Interoperability* (IAI), com objetivo promover a interoperabilidade entre *softwares* da indústria AEC desenvolveu-se o padrão IFC, cujo objetivo é padronizar os sistemas para que vários programas possam utilizá-lo e compartilhar seus dados. Na

Figura 6 é apresentada uma simulação da comunicação entre os sistemas através do padrão IFC.

Figura 6 - Softwares no padrão IFC



Fonte: Henttinen (2014)

O padrão IFC é definido utilizando a norma ISO 10303-11, (ISO, 2004) que corresponde a um conjunto de especificações para modelagem de dados e de troca, também conhecido como STEP (*Standard for the Exchange of Product Data* - Padrão para a troca de dados do produto). (STEEL; DROGEMULLER; TOTH, 2012). “Entre as diferentes versões do IFC cabe citar: IFC 1.5.1; IFC 2x (2000); IFC 2x- add 1 (2001); IFC 2x2– add1 (2004); IFC2x3 (2006); IFC2x3-TC1 (2007); IFC2x4 alpha (2008); IFC2x4 beta1 e beta 2 (2009)”. (ANDRADE; RUSCHEL, 2010, p.82)

A *Building Smart* classifica os *softwares* com relação a sua interoperabilidade, estratificando por disciplina. A lista de classificação tem um total de duzentos e quatro *softwares*. Nela informa a capacidade do *software* de importar e exportar em IFC. A *Building Smart* e vários fornecedores de *softwares* criaram uma campanha de marketing para encorajar e facilitar a promoção global do conceito de dados abertos, essa iniciativa é denominada *OpenBIM*.

O IFC é considerado um modelo de tradução do formato, mas em sua experiência Sacks et al. (2010) desenvolveu um projeto de pré-fabricados em *softwares* BIM e constatou que apesar de não existir limitações para concepção e detalhamento das peças, no momento das trocas de dados entre sistemas de engenharia de arquitetura as peças estavam incompletas e inconsistentes, confirmando a necessidade de normas de intercâmbio BIM. Para Sacks et al. (2010), a maioria das dificuldades pode ser atribuída a uma perda na tradução de significado semântico para os objetos trocados.

Os tradutores de IFC, apesar das melhorias das últimas versões, ainda não são robustos o suficiente para transportar os dados do modelo com a qualidade do original. Tornar os sistemas compatíveis, apesar de ainda ser bastante desafiador pode ser possível através da evolução do padrão IFC. A interoperabilidade elimina a necessidade de replicar dados que já foram gerados em outras etapas do desenvolvimento do produto.

O entendimento sobre a evolução do BIM e conceitos como parametrização interoperabilidade são necessários para que se tenha uma utilização acertada da metodologia.

2.4 Utilização de modelagem de informação da construção

A utilização do BIM provoca uma significativa mudança no processo de projetar que “reflete diretamente nos escritórios de projetos, principalmente os de arquitetura, uma vez que estes iniciam o processo e,

em muitos casos, mediam e coordenam as demais especialidades” (GARBINI; BRANDÃO, 2013 p.).

O processo de especialização e aperfeiçoamento assimilado pelas empresas é considerado como fator crucial para a dissociação das atividades de elaboração de projeto e execução da obra, provocando uma clara divisão entre essas duas etapas. Além disso, também houve uma separação de diversas áreas (Arquitetura, Fundações, Estruturas, Vedações, Instalações Prediais, Impermeabilização, Paisagismo, e demais disciplinas). Essa separação ocasionou uma perda de elos entre essas disciplinas, dessa forma “o mercado identificou a falta desse vínculo, e percebeu a importância das atividades de coordenação e compatibilização” (RUSCHEL et al., 2013).

O BIM tem como um dos objetivos resgatar esse elo entre as disciplinas de projeto e entre as diferentes fases de um projeto. Com essa nova forma de projetar, cada disciplina do projeto continua sendo elaborada separadamente e por empresas distintas, mas o projeto agora é desenvolvido em um único modelo onde cada projetista dá a sua contribuição, sem modificar os trabalhos executados pelos projetistas anteriores. Criando assim o modelo único onde os responsáveis pelos projetos e pela construção podem se comunicar de forma direta.

CBIC (2016) apresenta na Figura 7, uma adaptação de CICRP (2010) com os principais usos de BIM, quando envolvido nas etapas de um projeto.

Figura 7 - BIM nas fases do projeto



Fonte: CBIC (2016), adaptada de CICRP (2010)

Como observado na Figura 7, a utilização da informação pode ser feita em todas as fases de uma edificação. Dessa maneira a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2016) elencou os usos considerados pela CBIC (2016) como os principais usos BIM no ciclo de vida de um projeto:

- Visualização em 3D do projeto;
- Extração automática de quantitativos;
- Realização de simulações e ensaios virtuais;
- Identificação automática de interferências, geométricas e funcionais;
- Geração de documentos mais consistentes e mais íntegros;
- Desenvolvimento de maquetes eletrônicas;
- Registro e controle visual de diferentes versões dos modelos

- Ensaio da obra no computador (construção virtual ou *virtual design & construction* – VDC);
- Análises de construtibilidade;
- Coordenação e o controle de elementos contratados;
- O rastreamento e o controle de componentes executados;
- Fabricação digital;
- Facilitação verificações de locações e níveis da obra, baseadas em modelos BIM;
- Processos de gestão de ativos.

Com os principais usos do BIM em diferentes fases do projeto foram listados pela CIBIC (2016), e pelo *Computer Integrated Construction Research Group* (CICRP, 2010) observa-se que o planejamento de fases, a estimativa de custos e a modelagem das condições existentes estão presentes em quase todas as fases do ciclo de vida:

a) Planejamento de fase (modelagem 4D)

Um processo em que um modelo 4D, ou seja, modelo 3D com a dimensão adicional de tempo, é utilizado para planejar eficazmente a ocupação no caso de utilização para operação, ou para mostrar a sequência de construção e os requisitos de espaço em um canteiro de obras. A modelagem 4D permite uma melhor visualização e comunicação que pode dar à equipe de projeto, incluindo o proprietário uma melhor compreensão dos marcos do projeto e planos de construção (CICRP, 2010).

b) Estimativa de custos

O modelo BIM pode ser usado para gerar rapidamente uma quantidade precisa de e estimativa de custo no início do processo de projeto, pois gera quantitativos de maneira automática e associa aos seus respectivos custos unitários, fazendo assim o cálculo de custo total. Fornece também os efeitos no custo devido às adições e modificações tendo assim potencial para economizar tempo e dinheiro e evitar excessos orçamentários, pois permite aos projetistas avaliarem as suas alterações durante todo o projeto (CIBIC, 2016; CICRP, 2010).

c) Modelagem de condições existentes

Modelo 3D das condições existentes de um local, incluindo as, instalações desse local. Uma vez que o modelo é construído, pode ser consultado para obter informações, se é para nova construção, uma reforma ou um projeto de ampliação (CICRP, 2010).

Um fator muito importante na metodologia BIM é a definição do Nível de Desenvolvimento (NED), que deve ser feita previamente para cada etapa do modelo, conhecido como *Level of Development* (LOD), que definem quais às informações que serão atribuídas ao modelo, nas diversas fases do ciclo de vida da edificação.

O *American Institute of Architects* (AIA), publicou o Document E202 – 2008 (AIA, 2008), que posteriormente foi atualizado pela AIA e publicado no Document E203 – 2013 (AIA, 2013a), junto com os documentos G201 – 2013 (AIA, 2013b) e o G202 – 2013 (AIA, 2013c)

As definições de LOD identificam os requisitos de conteúdo específico e as utilizações autorizadas associadas para cada Elemento de Modelo em cinco níveis de completude progressivamente detalhados. Cada LOD subsequente se baseia no nível anterior e inclui todas as características dos níveis anteriores:

- LOD100 – uma primeira aproximação da indicação de área, altura, volume, localização e disposição do empreendimento no terreno, além de dados não geométricos, o modelo pode ser utilizado para o equivalente aos estudos de massa;
- LOD200 – os elementos do modelo são modelados como sistemas generalizados ou montagens com quantidades aproximadas, tamanho, forma, localização e orientação. Informações não-geométricas também podem ser anexadas ao modelo. O modelo pode

ser utilizado para apresentar um estudo preliminar do projeto ao cliente;

- LOD300 – os elementos do modelo são modelados com geometria detalhada e precisão em termos de especificações, quantidades, dimensões, formatos, localização e orientação. O modelo deve possuir informações completas sobre todos os elementos e sistemas da edificação (todas as disciplinas), permitindo a realização de compatibilização e *clash detection* (identificação de conflitos entre componentes). O modelo permite a extração de informações suficientes para elaboração do projeto da edificação;
- LOD400 – este nível de desenvolvimento objetiva a fabricação da edificação e de seus componentes, além das informações do nível anterior são acrescentadas informações completas de fabricação, montagem e detalhamento. O modelo permite a fabricação e montagem de elementos, extração de quantitativos e auxilia na elaboração de cronograma e orçamento precisos;
- LOD500 – este nível de desenvolvimento do modelo representa a edificação tal qual foi construída (*as-built*), os elementos são modelados como conjuntos construídos reais e precisos em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Informações não-geométricas também podem ser anexadas a elementos modelados. O modelo neste LOD servirá como base para as fases posteriores, de uso e manutenção da edificação.

Com base nos níveis de desenvolvimento estabelecido pelo AIA, e nos documentos também pelo AIA elaborados, o Quadro 1 descreve os usos autorizados ao modelo de acordo com cada nível de desenvolvimento, traz também o conteúdo normalmente apresentado em cada nível de desenvolvimento bem como o objetivo deste conteúdo apresentado.

Quadro 1 - Utilizações autorizadas de acordo com os níveis de desenvolvimento (NED)

NED	Conteúdo	Objetivo	Análise	Usos Autorizados			
				Estimativa de custos	Cronograma	Construção	Atualização
LOD 100	Volume, área, localização	Estudos de massa	Análise com base no volume, área e orientação por aplicação de critérios de desempenho generalizados	Com base na área atual, volume ou técnicas conceituais similares de estimativa (por exemplo, m ² de área de piso)	Duração da fase de projeto e duração total.	-	-
LOD 200	Elementos 3D, com geometria e definições pouco detalhadas.	Desenvolvimento de anteprojeto	Análise com base no volume, área e orientação por aplicação de critérios de desempenho generalizados	Com base nos dados fornecidos e conceituais (por exemplo, volume e quantidade de materiais ou tipo de sistema selecionado).	Mostrando a aparência ordenada e escalonada dos elementos e sistemas principais.	-	-
LOD 300	Elementos 3D, com formas, dimensões, capacidades e conexões bem detalhadas.	Desenvolvimento de projeto, compatibilização, execução.	Análise para o desempenho de sistemas selecionados pela aplicação de critérios de desempenho específicos	Com base nos dados específicos fornecidos e nas técnicas de estimativa conceitual.	Mostrando a aparência ordenada e escalonada de elementos e sistemas detalhados.	Adequado para a geração de documentos de construção tradicionais e desenhos.	-
LOD 400	Elementos 3D, com informações para fabricação.	Fabricação e execução de elementos.	Analisado quanto ao desempenho de sistemas selecionados aprovados	Baseadas no custo real de elementos específicos na compra.	Mostrando a aparência ordenada e escalonada de elementos e sistemas específicos detalhados, incluindo meios e métodos de construção.	Os elementos do modelo são representações virtuais do elemento proposto e são adequados para construção.	-
LOD 500	Informações sobre os elementos construídos. (As-built)	Modelagem dos elementos como realmente foram construídos, para utilização em operação e manutenção.	-	-	-	-	Para manter, alterar e adicionar ao projeto, desde que seja compatível com quaisquer licenças concedidas ao projeto

Fonte: Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Para cada uso BIM deve-se definir o nível de desenvolvimento (LOD) necessário, pois alguns usos precisam de um maior nível de desenvolvimento, como a fabricação, enquanto outros precisam de um nível de desenvolvimento mais baixo, como o estudo de massa. O Quadro 1 mostra exatamente quais são os usos adequados, para cada nível de desenvolvimento.

Segundo Jones e Bernstein (2012), há diferença entre como cada parte aproveita as vantagens dessa modelagem para sua área específica:

a) Arquitetura

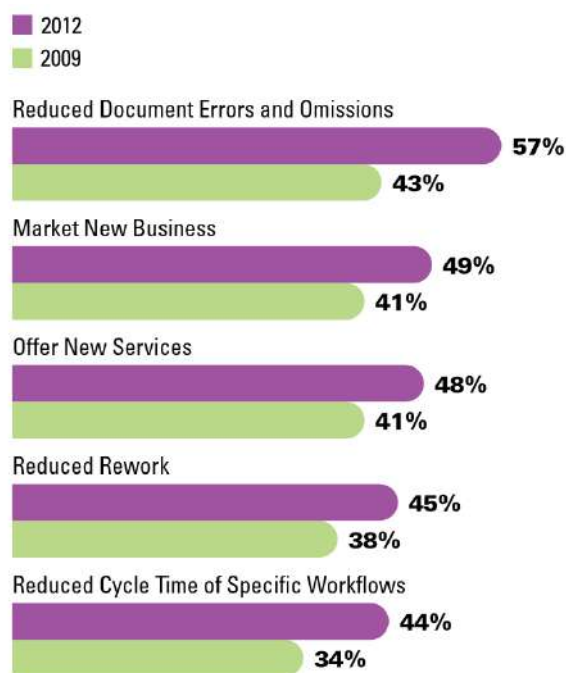
O setor de arquitetura teve um crescimento significativo, as áreas consideradas mais importantes para esse grupo, que foram:

- Redução de erros e de omissão de documentos: Como esses dois itens impactam diretamente na produtividade, houve um crescimento bastante significativo, o que mostra que cada vez mais arquitetos estão convictos da contribuição do BIM na melhoria da gestão do projeto como um todo;
- Novos mercados e novos serviços: Através da modelagem é possível entrar em mercados antes não explorados por arquitetos através da prestação de serviços antes não feitos pelo escritório de arquitetura, um grande exemplo disso é a elaboração de cronogramas;
- Redução de retrabalho: Um resultado direto da diminuição de erros e omissão de documentos, que também impactar na redução de riscos e aumento da produtividade;
- Redução do tempo empregado no projeto: Essa redução ocorreu devido à automação promovida pelos *softwares* BIM.

Na Figura 8, está mensurado esse crescimento já citado para as áreas da arquitetura, considerando as pesquisas de 2009 e de 2012, redução de erros de 57%, novos mercados 49%, novos serviços 48%, redução de

retrabalho 45% e redução do tempo de um projeto de 44% em 2012. (JONES; BERNSTEIN, 2012)

Figura 8 - Benefícios da utilização do BIM para Arquitetos



Fonte: Jones e Bernstein (2012)

b) Engenharia

O setor de engenharia apresentou um resultado mais modesto que o resultado da arquitetura, com apenas um item atingindo um crescimento significativo. Já os demais se encontram praticamente estabilizados:

- Fidelização do cliente: Consiste na fidelização, ou repetição de negócios, com o cliente. Um fator crítico para o negócio, pois esse setor se mantém em prestação de serviços e consultorias, foi em que, com o apoio da utilização do BIM, obteve um crescimento expressivo nas pesquisas;
- Novos Mercados e novos serviços: Mantiveram-se estáveis ao longo dos anos;
- Redução de erros e de omissão de documentos: Possui similar ao setor de arquitetura, impacto direto na redução de riscos e aumento

de produtividade. Houve na verdade uma piora nesse item, quando comparado o ano de 2009 com 2012.

Esses resultados podem ser vistos na Figura 9, onde mostra o crescimento da fidelização do cliente em 15%, atingindo 50% em 2012 e mostra também que os demais itens não tiveram crescimento significativo, chegando a reduzir para redução de retrabalho e novos serviços ofertados.

Figura 9 - Benefícios da utilização do BIM para Engenheiros



Fonte: Jones e Bernstein (2012)

c) Construção

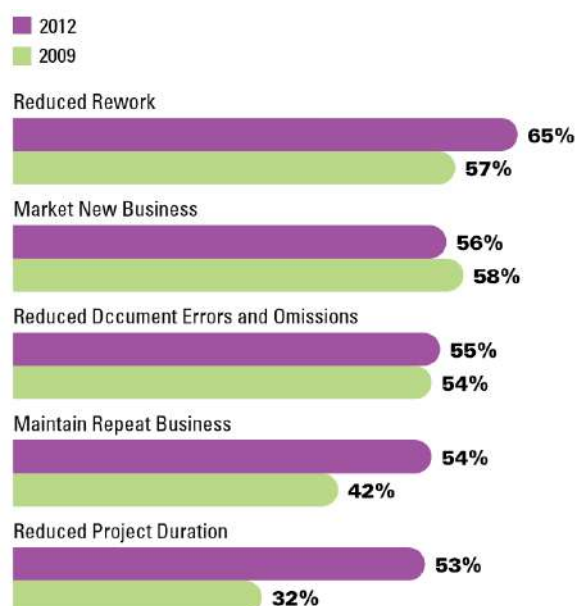
Como as construtoras focam pesadamente seu progresso nos serviços realizados no canteiro de obras é nesse sentido que os seus benefícios serão julgados. E como é de se esperar esses benefícios impactam direto na produtividade:

- Redução de retrabalho: O retrabalho é o principal fator para distorções em orçamentos e cronograma, tendo um impacto negativo no projeto. A diminuição desse item ainda indica que há um aumento de produtividade e consequentemente até uma redução de futura de custos, já que há uma otimização de todo o processo;

- Redução do tempo global do projeto: Como há redução do retrabalho, isso indica que o caminho crítico do cronograma sofrerá menos distorções, trazendo benefícios consistentes ao projeto;
- Redução de erros e de omissão de documentos: Como o processo passa a funcionar de forma mais eficiente há diminuição desses dois fatores, que terá como consequência a redução do retrabalho;
- Fidelização do cliente: Esse item na verdade é uma consequência do bom funcionamento do BIM em construtoras, pois permite a entrega final do produto com maior qualidade e em menos tempo.

A Figura 10 mostra alguns desses benefícios, pode-se destacar o crescimento da redução do tempo de projetos onde mais de 53% das construtoras entrevistadas, afirmaram obter esse benefício em 2012, resultado cerca de 20% maior que a pesquisa de 2009.

Figura 10 - Benefícios da utilização do BIM para Construtoras



Fonte: Jones e Bernstein (2012)

Em pesquisa realizada nos Estados Unidos, Jones e Bernstein (2012) divulgaram que o retorno obtido com o investimento em BIM é positivo para 74% das construtoras, enquanto que para os engenheiros o retorno é

positivo em apenas 37% dos casos. Esse resultado explica o crescimento de construtoras adotando o BIM, chegando a ultrapassar a quantidade de arquitetos que aderem à metodologia BIM.

Visto que o objetivo deste trabalho é avaliar a implantação de BIM em empresas construtoras e em escritórios de projeto, foram verificadas, além dos usos comuns a todas as fases, como planejamento de fases, a estimativa de custos e a modelagem das condições existentes, quais dos usos citados anteriormente são utilizados em escritórios de projetos e quais são utilizados em construtoras, nos próximos subitens esses usos foram abordados de acordo sua importância para desenvolvimento de projetos ou para auxiliar na construção.

2.4.1 Para desenvolvimento de projetos

De acordo com as utilizações de modelagem da informação da construção definidas no item 2.4 este subitem apresenta como essas utilizações podem melhorar o processo de desenvolvimento de projetos, incluindo a fase preliminar a obra.

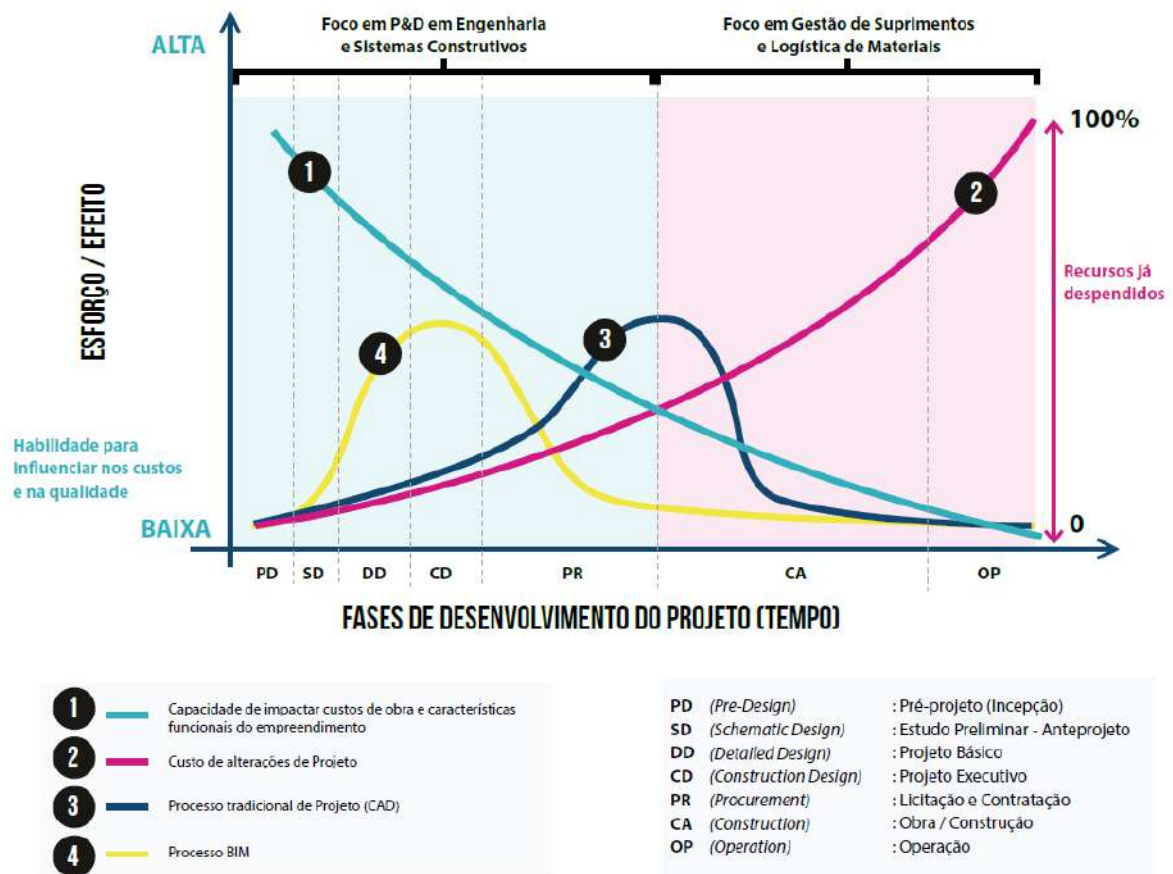
Segundo Eastman et al. (2010), o BIM é uma grande transformação na prática de projetos. Isso se deve ao fato de que o CAD consistia apenas em uma automação dos aspectos de produção de desenho tradicional, tornando-o assim mais produtivo e mais padronizado, enquanto que o BIM traz uma construção virtual do edifício, que será realmente construído.

Isso faz com que haja um deslocamento do esforço nas diversas fases de do projeto. Transferindo, o maior esforço para as fases iniciais de concepção e desenvolvimento do projeto, SD – *Schematic Design* e DD – *Design Development* respectivamente, amenizando as possíveis mudanças que o projeto poderá sofrer nas demais fases. A Modelagem da Informação da Construção redistribui a concentração de esforços, dando maior ênfase à fase de concepção de projeto. Essa fase, já lembrada por Melhado (1994),

deve ser valorizada, para que assim seja possível uma maior obtenção de qualidade final do produto.

A Figura 11 demonstra como se modifica a quantidade de esforços do projeto, mostrando seu comportamento, quando se trata de projetos tradicionais (curva 3) e quando se trata de projetos com a utilização do BIM (curva 4).

Figura 11 - Comparativo dos custos e esforços entre projetos realizados em BIM e projetos tradicionais



Fonte: CBIC (2016), adaptado de Eastman et al. (2010)

Dos diversos usos BIM alguns auxiliam nas primeiras fases do ciclo de vida, como a fase preliminar à elaboração do projeto, a fase de elaboração de projetos e a fase de especificações do projeto, esses usos podem influenciar no projeto da seguinte forma:

- Programação verificação do projeto em relação aos requisitos espaciais do proprietário:

Um processo no qual um programa espacial é usado para avaliar de forma eficiente e precisa o desempenho do projeto em relação às exigências espaciais. O modelo BIM desenvolvido permite que a equipe do projeto analise o espaço e compreenda a complexidade dos padrões e regulamentos espaciais. As decisões críticas são tomadas nesta fase de projeto e trazem o máximo valor ao projeto quando as necessidades e opções são discutidas com o cliente e a melhor abordagem é analisada (CICRP, 2010).

- Análise do local de implantação:

Normalmente utilizada na fase preliminar de concepção e estudo de viabilidade do projeto, verificando as características atuais do local de implantação e a projeções futuras para o local, avalia essas propriedades para identificar o local ideal para instalar um projeto futuro. Semelhante ao termo BIM, o CIM, relativo à *City Information Modeling*, “pretende integrar numa única plataforma o projeto urbano e métodos analíticos fazendo uso de informação associada por georreferenciação” (BEIRÃO; MENDES; CELANI, 2015). O CIM possibilita a geração de diversas configurações espaciais e na experimentação de diferentes parâmetros, como ruas, malhas e ocupação do local de implantação, enquanto que o BIM nessa fase permite a geração de projeções do edifício a ser construído.

- Projeto autoral:

Consiste na utilização de softwares 3D, com linguagem orientada a objeto, para criação dos projetos arquitetônicos e de engenharia, segundo CICRP (2010), as ferramentas de criação podem ser consideradas a porta de entrada para o BIM, pois possibilita a conexão do modelo 3D com um banco de dados composto por propriedades não apenas geométricas, mas também de métodos, horários, custos entre outras, propriedades.

- Visualização em 3D do projeto:

Possibilita a visualização exata do que está sendo projetado, por mais complexa que seja a instalação ou edificação, retirando do “leitor” a necessidade de interpretar projetos em 2D e usar sua imaginação para construir, apenas mentalmente, as imagens tridimensionais. As soluções BIM trabalham como gestores de bancos de dados, de forma que qualquer alteração ou revisão realizada em qualquer parte de um modelo será automaticamente considerada em todas as demais formas de visualização da correspondente massa de dados e informações, sejam tabelas, relatórios ou qualquer documento gerado a partir do modelo. (CBIC, 2016).

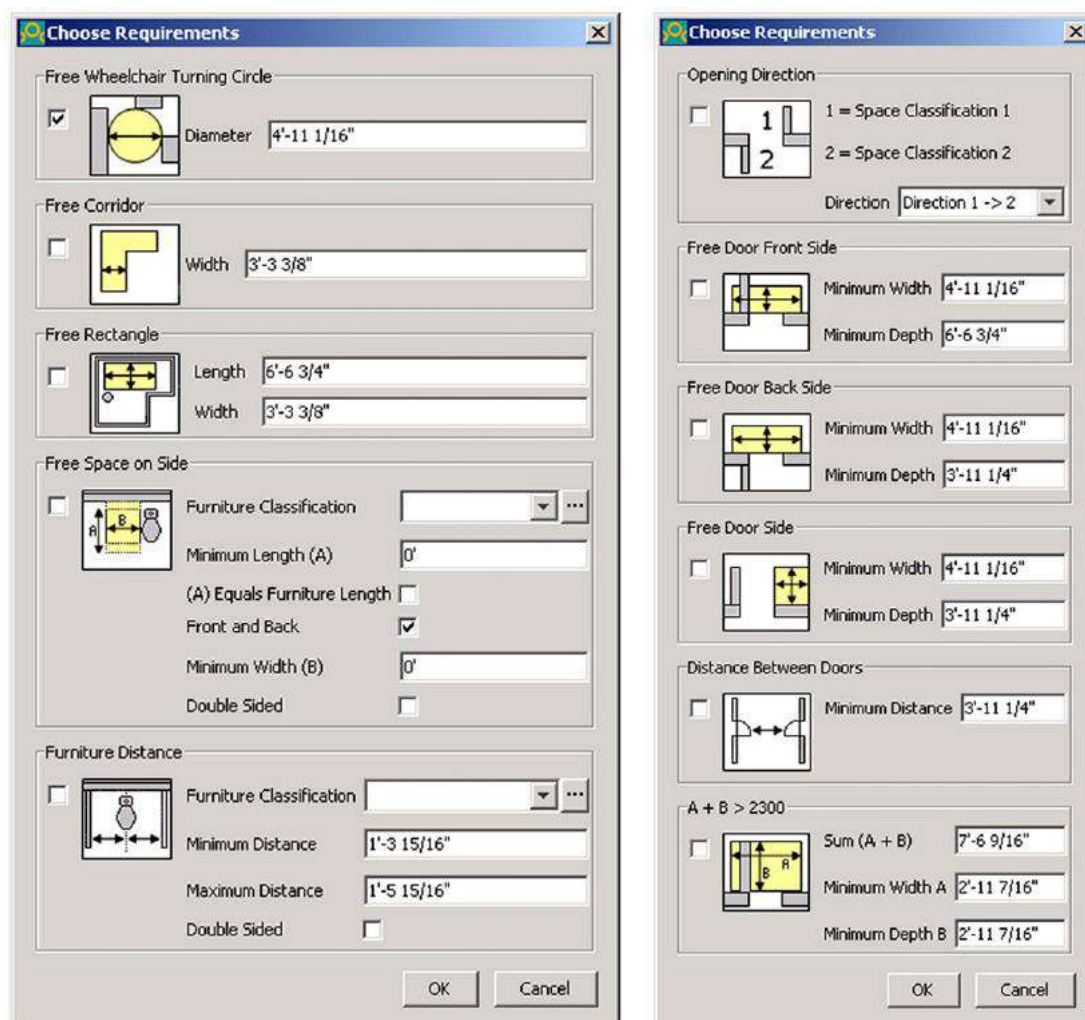
- **Desenvolvimento de maquetes eletrônicas:**
O desenvolvimento do projeto em 3D permite a elaboração de maquetes eletrônicas, que por sua vez possibilita, aos interessados no projeto, a imersão no modelo através da tecnologia como *Head Mounted Display*– HMD, dispositivos de visualização que utilizam a Realidade Aumentada - RA, para auxiliar no desenvolvimento e checagem dos projetos de arquitetura e demais projetos de engenharia, pois permite que o usuário veja os modelos 3D superpostos ao mundo físico, diminuindo o trabalho cognitivo dos desenvolvedores, bem como a quantidade de erros cometidos e o tempo total de desenvolvimento de uma atividade. (CUPERSCHMID; GRACHET; FABRÍCIO, 2015).
- **Análises de engenharia, como análise energética, estrutural, luminotécnica, mecânica, entre outras análises:**
Determina a solução de engenharia adequada para cada uma das disciplinas de projeto. Os *softwares* BIM de análise e desempenho, combinados com a informação contida no modelo otimizam os projetos sejam ele de arquitetura, de estruturas ou de instalações, de maneira que promovam melhorias para o ciclo de vida da edificação, aumentando, por exemplo, a eficiência energética do edifício. Além disso, as análises automatizadas reduzem o tempo e o custo. (CICRP, 2010).
- **Realização de simulações e ensaios virtuais:**

Assim como as análises automatizadas reduzem o tempo e o custo, as simulações e ensaios virtuais também o fazem (CICRP, 2010). Têm-se como exemplo a simulação do túnel de vento, onde sem a utilização da construção virtual através da modelagem de informação da construção, é necessária a construção real, e não apenas virtual, de um protótipo que deve ser ensaiado e caso o mesmo não atenda as solicitações é construir outro modelo até que ele atenda aos requisitos solicitados. Com a modelagem da informação da construção, os custos e o tempo são reduzidos, pois trabalhasse num modelo virtual onde, o não atendimento aos requisitos implica apenas na alteração de parâmetros de projetos e rapidamente é possível realizar um novo ensaio.

- Validação de atendimento as normas:

Quando o projeto autoral é elaborado em softwares BIM, há a possibilidade de verificar se o projeto está atendendo as normas vigentes no país, através de softwares BIM que fazem a checagem do modelo. Esses softwares podem ser programados para checar, por exemplo, se o projeto atende as normas de acessibilidade. Em Singapura as verificações do código de obras são feitas pela agência CORENET utilizando a plataforma FORNAX, já na Noruega as verificações de acessibilidade são feitas pela agência Statsbygg através da plataforma *Solibri Model Checker* – SMC, essa plataforma é muito utilizada devido facilidade com a sua interação gráfica, O FORNAX é uma plataforma com grande potencial para a configuração das regras, porém, necessita de programação para a criação dessas regras, dessa maneira sua utilização é restrita, pois necessita de usuários com habilidade em programação. Na Figura 12 é possível observar a interface da plataforma SMC, onde é necessário apenas atribuir os parâmetros necessários para checagem do modelo. (EASTMAN et al., 2009).

Figura 12- Interface para escolha dos parâmetros para checagem do modelo



Fonte: Eastman et al. (2009)

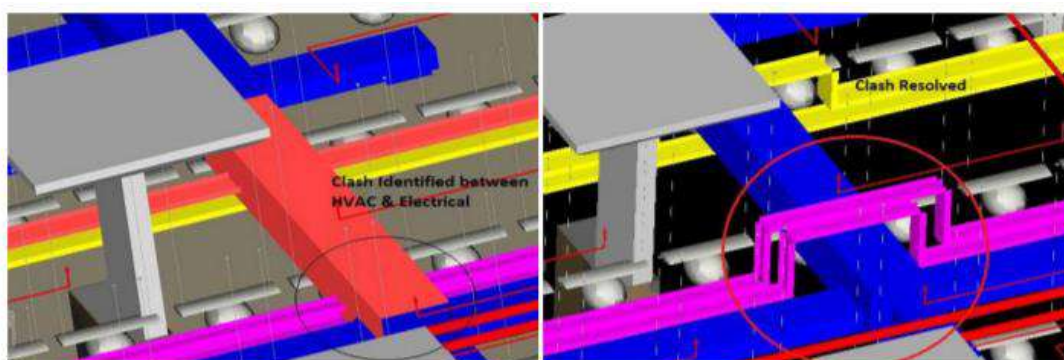
- Coordenação 3D com identificação automática de interferências, geométricas e funcionais:

O processo de coordenação normalmente se mescla com o de compatibilização, devido à primeira atividade ser responsável pela segunda. Segundo Okamoto; Salerno e Melhado (2014), a coordenação é uma atividade com caráter de suporte gerencial e técnico para o desenvolvimento de projetos.

Em projetos tradicionais, a compatibilização, que corresponde a apenas umas das competências da coordenação, consiste na verificação de conflitos entre os projetos correlatos através da sobreposição dos mesmos, visando o ajuste entre os desenhos

técnicos e conduzindo para redução de elementos conflitantes, essa verificação de conflitos também pode ser denominada *clash detection*, do tipo *hard clash*, quando dois objetos, da mesma disciplina de projeto ou de disciplinas diferentes, passam um pelo outro como mostra a Figura 13. (SANTOS; BRANCO; ABREU FILHO, 2013; PATIL, 2016).

Figura 13 - Detecção e solução de conflitos do tipo *hard clash*



Fonte: Patil (2016)

Em projetos onde a metodologia BIM é aplicada, as informações devem ser atribuídas na fase de concepção do projeto, associando diversas informações ao modelo digital. Essas informações são feitas através da parametrização, o próprio *software*, exige que diversas informações sejam lançadas no projeto, fazendo com que as decisões sejam antecipadas e evitando que muitas delas sejam tomadas apenas na fase de execução, evitando assim o comprometimento da qualidade da construção. O BIM surge como uma forma de realização automática da compatibilização dos projetos, onde o próprio *software* é capaz de detectar áreas conflitantes entre os projetos, tirando do profissional essa preocupação.

- Geração de documentos mais consistentes e mais íntegros:
No BIM os objetos são paramétricos e inteligentes, por isso tem informações sobre o seu relacionamento com outros objetos, e também com o seu entorno ou ambiente no qual está inserido. Dessa maneira um objeto correspondente a uma porta somente consegue

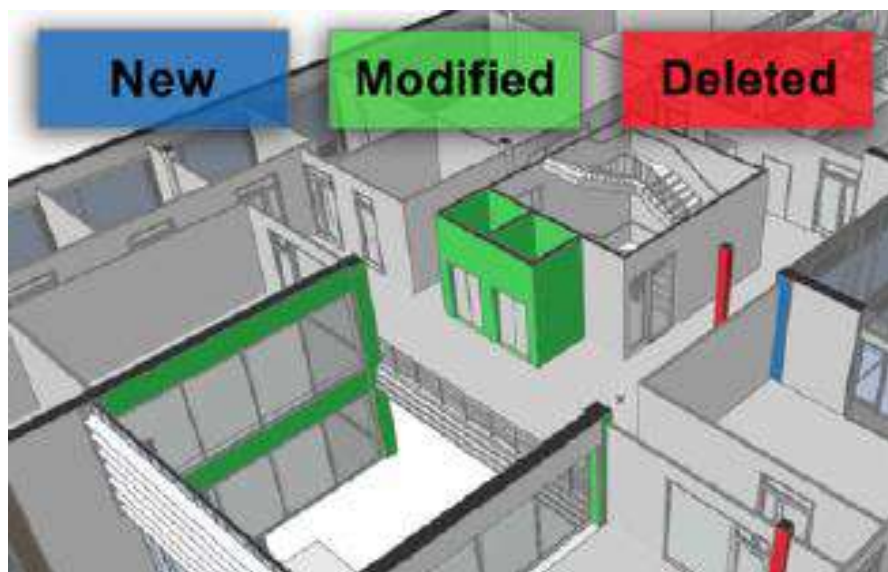
ser inserido no projeto se houver uma parede com dimensões compatíveis com as dimensões da porta, da mesma maneira que se a parede for retirada automaticamente a porta é retirada. “São reações automáticas que contribuem para a garantia da consistência e da integridade das soluções projetadas, e também de toda a documentação do projeto (desenhos, detalhes, tabelas)” (CIBIC, 2016). Além da consistência das informações tem-se que o banco de dados padrão de programas de modelagem, geram com apenas um “click” do mouse, plantas baixas e vistas nos mesmos padrões de desenhos convencionais facilitando a extração desses documentos. Outra facilidade é a habilidade de geração de cortes no modelo virtual, pois na verdade não se está criando desenhos, mas sim centenas de vistas de uma construção digital (BIRX, 2007).

- Revisão de projetos com registro e controle visual de diferentes versões dos modelos:

O modelo 3D é usado para mostrar o projeto aos stakeholders, de maneira que eles possam avaliar e definir em reunião critérios como layout, iluminação, segurança, ergonomia, acústica, texturas e cores, etc., e assim fazer as revisões de projeto. Se bem executadas, essas revisões podem resolver problemas de projeto que apenas seriam resolvidos na obra. As modificações quando feita em tempo real além de oferecer opções diferentes cujo custo pode ser avaliado, oferece também redução do tempo quando comparado com o processo tradicional de construção básica, fazendo modificações após o projeto entregue e em execução, obtendo assim aumento de custos e de tempo com demolição final e despesas de remoção (CICRP, 2010).

Vários softwares BIM permitem a identificação e o controle das diferentes versões dos documentos como mostra na Figura 14.

Figura 14- Alterações no projeto destacadas com o software SOLIBRI



Fonte: CIBIC (2016)

Esse controle se torna bastante útil, principalmente em desenvolvidos simultaneamente por várias equipes.

- Extração automática de quantitativos:

Assim como a consistência das informações do modelo BIM é utilizada para a geração de documentos, ela é utilizada também para a extração automática de todas as quantidades de serviços e componentes do modelo, garantindo assim precisão e agilidade na geração dessas informações devido ao acesso do banco de dados onde há informações referentes as quantidades. Essas informações podem ser associadas com o tempo de execução de cada serviço, desenvolvido em softwares de planejamento, ou com o custo unitário, definido em softwares de orçamento. Desta forma, as extrações automáticas de quantidades dos modelos BIM nas fases iniciais têm o objetivo de auxiliar na elaboração do orçamento e do planejamento da obra.

A CBIC (2016) evidencia ainda, quais são os principais benefícios dos usos BIM em cada uma dessas fases iniciais

- Fase preliminar à elaboração do projeto:

- Facilitar a melhor compreensão, por parte do proprietário, dos usuários e demais participantes, das ideias que nortearão a futura edificação ou instalação, inclusive daqueles que não tenham formações técnicas específicas;
- Garantir maior confiabilidade e melhor nível de precisão nas estimativas de custos;
- Certificar que será desenvolvida a correta edificação ou instalação.
- Fase de projeto:
 - Melhoria na qualidade do design, do projeto e das especificações, através da viabilização de ciclos de análises mais rápidos e mais efetivos;
 - Maior índice de pré-fabricação, em função da melhor previsão das condições de campo;
 - Maior nível de inovação, graças à utilização de recursos de “design digital”, nos quais algumas das soluções e dos subsistemas são propostas pelo próprio computador, testando milhares de alternativas baseadas em premissas de desempenho especificadas para um projeto.
- Fase preliminar à obra (cotação, aquisição e contratação)
 - Processos de prospecção e aquisição mais rápidos, com maior nível de precisão e menor risco;
 - Uma correta comparação de alternativas, viabilizando a escolha e a definição de processos e métodos construtivos mais eficazes.

2.4.2 Na Construção

O item 2.4 também apresenta as utilizações do BIM ao iniciar a fase de execução da obra. Por isso neste são apresentadas as vantagens do BIM ao utilizar a BIM na construção.

A utilização do BIM diretamente na construção traz diversas vantagens para a execução do projeto em si, entre elas a possibilidade de elaborar um

orçamento com maior precisão, com menos variações nas estimativas de custos iniciais, diminuindo assim erros e possíveis conflitos.

O nível de detalhamento da informação depende da funcionalidade da modelagem. Por exemplo, para o orçamento preliminar, o modelo deve ser suficientemente detalhado para fornecer o quantitativo necessário para a estimativa de custos. Para análise de cronograma, um nível de detalhamento é mais adequado, devendo conter os serviços temporários (montagem de andaimes, escavação) e mostrar as diversas fases do projeto (EASTMAN et al., 2010).

Ainda segundo o autor, um dos benefícios mais importantes da utilização do BIM no canteiro de obras é que, com uma coordenação mais efetiva por parte do empreiteiro, é possível modelar os pacotes de serviço em partes. Isso permite um melhoramento ainda maior na detecção de interferências e/ou de problemas futuros, fazendo que seja encontrada facilmente uma solução para esses casos.

Diante de todas essas possibilidades de aplicações e rendimentos do BIM, seu emprego somente na síntese, coordenação e compatibilização de projetos é considerado uma subutilização. Vale ressaltar que mesmo essa subutilização do BIM é muito importante para o amadurecimento e evolução do processo na empresa é importante que o BIM seja iniciado mesmo que não esteja sendo totalmente aproveitado.

Os benefícios advindos da utilização do BIM em obras atingem diversas esferas entre elas a produtividade, o custo, o prazo, o fornecimento de materiais, o gerenciamento e a tomada de decisões. Alguns desses benefícios, durante a execução, acontecem em virtude da elaboração dos projetos em sistemas BIM, que proporcionam, por exemplo, o aumento produtividade devido à melhor representação dos projetos que permite fazer uma projeção da realidade que minimiza as possíveis dúvidas que ocorrem durante a execução. Os projetos quando desenvolvidos em BIM

reduzem consideravelmente os conflitos entre as diferentes disciplinas, reduzindo assim os retrabalhos, que diminuem o custo e tempo na fase de construção.

Os principais usos BIM que auxiliam na construção são apresentados a seguir:

- Planejamento da utilização do local:

Os softwares podem representar graficamente instalações provisórias e permanentes de acordo com o cronograma de atividades, verificando interferências entre essas instalações, nesse modelo é possível fazer a simulação dos diversos planos de ação e identificar a melhor maneira de executar as atividades. Com o método de detecção de conflitos *Workflow clash*, você pode determinar os conflitos de planejamento para as equipes, os conflitos de fabricação e entrega de equipamentos ou materiais. Além disso, outras questões do cronograma do projeto podem ser examinadas e percebidas usando um projeto com modelagem da informação da construção, por exemplo, equipes de trabalho que chegam quando não há equipamento no local ou guias que tem interseção de raios (PATIL, 2016).

- Projeto de sistemas de construção:

Projetar e analisar a construção, verificando a construtibilidade de formas, vidros, etc. Após elaboração de um projeto para construção é possível analisar se todas as fases do projeto podem de fato ser executadas, um dos métodos para avaliar a essa possibilidade é a detecção de conflitos denominada *soft clash* que indica quando o objeto precisa de tolerâncias espaciais ou geométricas dentro de sua zona para melhor acessibilidade, pode indicar também a isolamento, manutenção e segurança para a execução desses elementos (PATIL, 2016).

- Fabricação digital:

Utiliza a tecnologia de máquina para pré-fabricar objetos precisos de acordo com o modelo 3D, possibilitando “a criação de novas formas, mais complexas, que demandariam muita habilidade, paciência e destreza caso fossem fabricados por métodos manuais, além de possibilitar a percepção do espaço pelo toque físico” (VEIGA; FLORIO, 2015, p. 3).

- Controle e planejamento 3D:
Promove a comunicação entre o campo e o escritório através de um *layout* digital, diminuindo assim a barreira existente entre as equipes de campo e de escritório.
- Coordenação 3D:
Utiliza *clash detection* (detecção de conflitos) para eliminar interferências de projeto esse processo inicia na fase de elaboração dos projetos, porém continua durante toda a construção, pois muitos conflitos são detectados durante a construção;
- Planejamento de fase (modelagem 4D):
Integra modelos 3D com a dimensão do tempo, utilizado para planejar a ocupação, reformas e ampliação de um edifício, ou ainda para mostrar e analisar a sequência de construção do edifício; Para o controle do cronograma da obra são utilizados softwares de planejamento, que já são consolidados na indústria da construção civil, entretanto na plataforma BIM esses softwares são associados ao modelo 3D através de software BIM, ampliando a visualização do cronograma, e facilitando a percepção dos pontos críticos da obra.
- Extração automática de quantitativos:
O BIM pode auxiliar também diretamente na fase de execução, no exercício de gerenciamento, onde com um levantamento preciso dos quantitativos da obra, extraído dos *softwares*, e o acompanhamento das atividades executadas, realizado pelos *softwares* de gerenciamento, possibilitam a verificação dos materiais que estão faltando na obra e a projeção daqueles que irão faltar (CICRP, 2010).

Segundo Eastman et al. (2010), os diversos benefícios para a maioria dos empreiteiros são os seguintes:

- Análise do procedimento construtivo e detecção de incompatibilidades;
- Levantamento de quantitativos e estimativa de custos;
- Integração entre custos e controle do cronograma, além de outras funcionalidades gerenciais;
- Melhor qualidade na produção de elementos externos ao canteiro de obras;
- Verificação, orientação e acompanhamentos das atividades da construção;
- Entrega e realização dos testes.

Para a CBIC (2016) os principais benefícios dos usos BIM na construção são:

- A melhoria da eficiência no canteiro de obras, ao possibilitar a visualização clara do planejamento da construção, o inter-relacionamento entre as atividades e suas precedências e dependências;
- Um maior índice de pré-fabricação em função dos melhores recursos de controle da execução e da maior previsibilidade das condições de campo;
- Melhores condições de dimensionamento das equipes de trabalho, utilizando dados confiáveis sobre quantidades de serviços;
- Eliminação de interferências entre subsistemas construtivos;
- Redução da imprevisibilidade na fase de construção, reduzindo a quantidade de aditivos contratuais;
- Maior facilidade no registro da progressão da construção e comparação com a evolução planejada;
- Viabilização de ciclos econômicos mais curtos e aderentes ao planejamento;

- Redução da estrutura administrativa, conduzindo a um menor custo total da gestão da fase de construção.

Diante de todas as situações abordadas neste capítulo é presumível a importância do BIM dentro das atividades seja de construtoras, ou de escritórios projetistas, porém o processo de implantação ainda deve ser aprimorado, para que esses benefícios do BIM sejam melhores e mais rapidamente utilizados.

Segundo Birx (2007), a transição da metodologia de elaboração de projetos em 2D para a metodologia BIM não foi perfeita, sendo encontrados problemas significantes como:

- Horas de Treinamento: Como qualquer nova tecnologia, há a curva de aprendizagem, que é o tempo que deve ser gasto em treinamentos;
- Exclusividade de Arquitetos: A maioria de engenheiros, construtoras, e donos de empresas ainda não utilizam *softwares* BIM;
- *Softwares* Incompletos: Alguns pacotes dos *softwares* não incluem completamente as disciplinas de Mecânica, Elétrica, Hidrossanitária, Estruturas e Infraestrutura;
- Dificuldade de contratação de mão de obra especializada: Isso está mudando rapidamente, mas atualmente é difícil encontrar novos colaboradores já treinados em *softwares* BIM;
- Instrutores Novatos: Usuários mais habilidosos excedem rapidamente as habilidades de seus instrutores, que acaba transformando-os em autodidatas, em se tratando de formação complementar.
- Longo Período de Transição: A Indústria da Construção Civil ainda tem um longo período de transição para que todas as vantagens do BIM possam aplicadas em canteiros de obras.

É necessário vencer essas barreiras para que o BIM seja utilizado e possa aumentar a eficiência na elaboração e documentação de projetos, coordenação, incluindo a compatibilização de projetos e possibilite a

aprimorar continuamente esses processos da fase de desenvolvimento do projeto.

Para auxiliar na difusão e utilização do BIM é necessário também estudar como ocorre a implantação de BIM no Brasil e no mundo, avaliando se há premissas para uma implantação adequada.

3 IMPLANTAÇÃO

Neste capítulo será abordada a implantação de BIM em diversos países e no Brasil, além das premissas para implantação de BIM nas empresas.

Para que o BIM possa ser implantado é necessário que haja mudanças nas tecnologias, nos processos e nas políticas. Segundo Succar e Kassem (2015), essas áreas podem evoluir independentemente ou coletivamente, de acordo com os estágios de implantação.

Quando o processo de implantação de BIM é iniciado pelo governo, normalmente a primeira mudança é a definição de políticas, já quando a implantação é uma iniciativa das empresas normalmente as primeiras mudanças feitas são na tecnologia, seguidas por mudanças nos processos, podendo ser diferentes de acordo com cada país.

3.1 Internacional

Para Kiviniemi et al. (2008) e Wong; Wong e Nadeem (2011), os Estados Unidos da América é hoje o melhor exemplo do uso emergente de Modelagem de Informação Construção. Fora dos EUA a região escandinava, incluindo a Finlândia, a Noruega, a Dinamarca é considerada uma das mais ativas na implantação BIM, há também Singapura, na Ásia, que implantou o BIM no setor público (WONG; WONG; NADEEM, 2009; WONG; WONG; NADEEM, 2011).

Em alguns desses países os requisitos de entrega dos projetos já foram definidos pelos clientes sejam eles privados ou públicos, como por exemplo, (KIVINIEMI et al., 2008; SINCLAIR, 2014;BSI, 2014):

a) Estados Unidos da América

Desde 2007, a Administração de Serviços Gerais (*GSA-General Services Administration*) determinou que a aprovação dos projetos estivesse

condicionada a apresentação dos arquivos modelados em softwares BIM para elementos de arquitetura, tais como paredes, janelas e portas e para elementos estruturais, tais como pilares e vigas. O arquivo deve ser entregue em um único modelo com o formato em IFC ou em vários arquivos com o modelo no formato do *software* em que foi desenvolvido (KIVINIEMI et al., 2008).

b) Finlândia

A Finlândia foi uma das pioneiras no processo de implantação, em 2001 a *Senate Properties*, organização governamental responsável pela gestão de bens de propriedade do estado Finlandês, iniciou um projeto piloto que teve o resultado positivo em 2006 com um modelo integrado, então o Senado avaliou que a metodologia já estava em um nível de desenvolvimento suficiente para ser usada em trabalhos de projetos para a população, por isso, desde outubro de 2007 passou a demandar que todos esses projetos deveriam ser entregues em *softwares* BIM que obtivessem a certificação IFC 2x3, outros objetivos específicos orientados para projetos em BIM foram estabelecidos em seu último guia (COBIM -Exigências Comuns do BIM 2012) e são voltados tanto para novas construções, quanto para reformas.(KIVINIEMI et al., 2008;KIVINIEMI, 2015; KASSEM; AMORIM, 2015).

c) Noruega

Em 2007, na Noruega, a Statsbygg, que é uma empresa de administração de obras públicas e responsável também pela modernização do setor, decidiu usar o BIM em todo o ciclo de projetos de seus edifícios, tomando como meta a implantação do IFC / IFD BIM como padrão de projetos até 2010. Porém em 2014 a Statsbygg, junto com a agência norueguesa responsável pela gestão imobiliária Nacional e as Autoridade de Saúde da Noruega decidiram utilizar software deverá ser certificado para exportar, conectar e importar todas as informações na última versão oficial de formatos internacionais abertos como o IFC em projetos para a criação, edição, armazenagem e processamento de dados da Modelagem de Informações da Construção deverá ser completamente interoperável, ao

transmitir e compartilhar informações de construção baseado em *openBIM*. (KIVINIEMI et al., 2008, KASSEM; AMORIM, 2015).

d) Dinamarca

Na Dinamarca alguns municípios e clientes particulares estão exigindo a modelagem baseada em objetos, mas o volume é pequeno em relação ao mercado total de construção na Dinamarca. A *Byggherrekravene* que é um conjunto de requisitos para o sector governamental decidiu, desde 2007, que para projetos acima de 5,5 milhões de euros os modelos devem ter concepção em *software* 3D e eles devem permitir a troca de informações usando o formato IFC. (KIVINIEMI et al., 2008)

e) União Europeia e Reino Unido

Em 2014 o Parlamento Europeu votou para modernizar os projetos de obras públicas da União Europeia (UE) e incentivar o uso de BIM, recomendando que nos contratos de obras públicas ou elaboração de projetos para obras públicas os Estados-Membros exijam o uso de softwares BIM. Definindo que os Estados-Membros, têm dois anos para implantá-las em sua legislação nacional.

O governo no Reino Unido, está implementando uma estratégia de construção onde exige que todos os projetos do governo utilizem o BIM, utilizando um modelo totalmente colaborativo para o ano de 2016, com o auxílio do RIBA (*Royal Institute Of British Architects*), evoluído posteriormente para o projeto integrado, de forma similar aos outros Estados-Membros da UE como Dinamarca, Finlândia e Noruega que já exigem o uso de BIM para projetos de construção publicamente financiados.

Devido a esta exigência, desde abril de 2016 os fornecedores governamentais do Reino Unido devem comprovar, nas concorrências públicas, o atendimento aos requisitos do Nível 2 de Maturidade BIM, este nível consiste em um trabalho colaborativo onde as informações de projeto são compartilhadas por meio de um formato de dados comum, que permite

que qualquer organização seja capaz de combinar esses dados recebidos com os seus próprios dados, para que se tenha um modelo BIM federado onde se podem extrair informações e realizar controles. Portanto, os softwares utilizados devem ser capazes de exportar para formatos de arquivo interoperáveis como o IFC (BSI, 2014).

f) Singapura

Em Singapura, o CORENET (*Construction and Real Estate Network*) possui a interface FORNAX e o módulo de verificação de projetos, que indica a se o projeto atende as normas estabelecidas, por isso, é exigido o uso de BIM para a elaboração de projetos, condicionando as aprovações de projetos a essa premissa, pois quando elaborados em BIM, os projetos são verificados automaticamente pelo sistema, quanto às necessidades para a construção e para as certificações de segurança contra incêndio (WONG; WONG; NADEEM, 2009; EASTMAN et al., 2009).

Em 2008, a BCA (*Building and Construction Authority*) simplificou o processo para a regulamentação de projetos. As equipes de projeto só precisam enviar, eletronicamente, o modelo do edifício que necessita de aprovações, contendo todas as informações necessárias para satisfazer as exigências dos órgãos reguladores de Singapura, ao ser recebido pelo sistema FORNAX o edifício é analisado automaticamente e a sua aprovação ou não é enviada como resposta para o demandante da aprovação (EASTMAN et al., 2009).

g) Hong Kong

Em 2009, a Autoridade de Habitação de Hong Kong decidiu implantar BIM no desenvolvimento de flats com padrão modular, bibliotecas de projeto e em projetos selecionados.

A adoção do BIM difere de país para país; em Hong Kong, a economia é aberta e o principal contribuinte para a economia é o setor privado, incluindo a indústria da construção. Neste caso é mais provável que a introdução de novas tecnologias seja introduzida pelo setor privado, fato

que acontece com o BIM. Sua utilização tende a aumentar, portanto é necessário que o governo desempenhe um papel proativo na regulação da implantação de BIM na AEC (WONG; WONG; NADEEM, 2011).

3.2 No Brasil

No Brasil o caminho para a implantação de BIM ainda é muito longo, mas alguns passos já foram dados, como o desenvolvimento de uma norma regulamentadora, a ABNT NBR ISO 12006-2:2010 - Organização da Informação da Construção, que está sendo completada com a NBR 15965 (ABNT, 2015). Essa norma orienta o Sistema de classificação da informação da construção sendo dividida em sete partes, porém apenas quatro partes foram publicadas e estão em vigor:

- ABNT NBR 15965-1:2011 - Parte 1: Terminologia e estrutura;
- ABNT NBR 15965-2:2012 - Parte 2: Características dos objetos da construção;
- ABNT NBR 15965-3:2014 - Parte 3: Processos da construção;
- ABNT NBR 15965-7:2015 - Parte 7: Informação da construção.

Para as partes restantes da norma, não se têm previsão de publicação. (AMORIM, 2015).

Houve ainda a iniciativa do MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia que ao lançar uma chamada pública na área de saneamento ambiental e habitação em julho de 2009, acabou criando um grupo de pesquisas formado por sete universidades que tem como um de seus focos o BIM- *Building Information Modeling* e outras soluções para suporte ao processo de gerenciamento de projetos; simulação de desempenho e operação de edificações (NARDELLI; TONSO, 2014).

Há ainda o trabalho de alguns estados de forma isolada, como é o caso de Santa Catarina, que por meio de sua Secretária de Estado da Saúde, em

Março de 2014, publicou o “Termo de Referência para desenvolvimento de projetos com o uso da Modelagem de Informação da Construção (BIM)”.

Além das iniciativas governamentais, a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), com a finalidade de oferecer informações e ferramentas relacionadas à implantação de BIM, desenvolveu por meio do Grupo Técnico BIM, o primeiro fascículo do Guia Boas Práticas em BIM em 2013, visando a indústria da AEC e os empreendedores.

Já no segundo fascículo, é abordado o fluxo de projetos, planejamento e execução. Enfatizando a necessidade da mudança cultural para todas as partes envolvidas no projeto como, arquitetos, projetistas, consultores, contratantes e construtores. O próximo fascículo pretende trazer as relações contratuais entre o cliente e projetista.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção publicou uma coletânea contendo cinco volumes sobre a implementação do BIM para construtoras e Incorporadoras, no Volume I são apresentados os Fundamentos BIM, o Volume II tem o foco na Implementação BIM, enquanto que o Volume III aborda a Colaboração e Integração BIM, no Volume IV estão os Fluxos de trabalho BIM e o Volume V as Formas de contratação BIM. Além desse conteúdo a coletânea apresenta um guia motivacional para que as empresas evoluam para o BIM.

Como se podem ver trabalhos de grande importância estão sendo desenvolvidos, mas apesar dessas iniciativas, a evolução da implantação de BIM está caminhando de forma lenta.

Segundo Ruschel; Andrade e Moraes (2013) existem três estágios de implantação de BIM:

- Primeiro: envolve, normalmente, uma única disciplina do projeto e uma fase específica do processo que pode ser projeto, construção ou

operação. Nesse estágio há pequenas mudanças nos processos e grandes mudanças em tecnologia, pois o modelo proporciona a visualização 3D e extração de quantitativos de materiais;

- Segundo: é um estágio multidisciplinar do modelo, que já pode envolver mais de uma disciplina e também mais de uma fase, nesse estágio é necessária uma forte mudança dos processos e um melhoramento na tecnologia quando comparado ao primeiro estágio, pois os modelos já aparecem com quarta dimensão (tempo associado ao planejamento da obra) e quinta dimensão (modelo de previsão de custos), além de verificação entre os conflitos das diferentes disciplinas envolvidas no modelo.
- Terceiro: o modelo envolve as fases de concepção, construção e operação, e as múltiplas disciplinas da área da AEC. Há uma criação compartilhada e colaborativa, pois todas as disciplinas utilizam e modificam o mesmo modelo, através de um sistema totalmente interoperável. Onde se pode não só extrair informações do modelo como também gerenciá-lo.

Utilizando a classificação de Ruschel; Andrade e Moraes, (2013), é possível verificar que a implantação no Brasil, quando observado a situação da maioria dos estados, encontra-se no primeiro estágio de implantação. Nesses casos a implantação envolve apenas uma disciplina que está sendo desenvolvida na plataforma BIM e ainda assim não utiliza todo o potencial da plataforma.

Baseado na implantação de BIM nos diversos países apresentados foram estudados os guias encontrados, nesses países, que continham diretrizes para implantação, com o propósito de comprovar a existência de premissas para o processo de implantação. Dessa maneira foram identificadas as premissas para a implantação.

3.3 Premissas para implantação

A chave para o sucesso na implantação de BIM não é simplesmente automatizar os processos existentes, mas sim criar um novo processo de negócio, para isso é necessária uma mudança na cultura da empresa, visando a construção virtual (USACE, 2006).

A dificuldade de implantação de BIM está diretamente ligada ao obstáculo de se desprender das práticas culturais da empresa. Segundo Scheer et al. (2007), "... são comuns os relatos a respeito da dificuldade no preenchimento dos parâmetros dos elementos tridimensionais, por conta do hábito dos projetistas de postergar decisões projetuais, e não por conta da interface do programa. "

Outros empecilhos para a implantação de BIM são o custo de aquisição ferramentas e dos *softwares* necessários para o funcionamento da metodologia, a falta de interoperabilidade, questões relativas à propriedade do modelo, falta de documentação e divulgação clara e objetiva dos benefícios, além da falta de regulamentação legal (YOUNG JR; JONES; BERNSTEIN, 2007).

Para apoiar o desenvolvimento da metodologia, os fornecedores BIM também devem colaborar promovendo a comunicação entres os sistemas através de um ambiente interoperável.

Apesar de ser um passo na direção certa, para Sinclair (2014), a criação de novas Leis que recomendem ou exijam o BIM não irá resolver todas as complexidades e ambiguidades que se desenvolveram nos contratos de projetos em BIM.

Por isso, alguns países, por incentivo do governo ou por iniciativa própria de associações não governamentais criaram guias, roteiros ou orientações para a introdução do BIM. No Quadro 2 são apresentados os principais documentos encontrados que são utilizados em diferentes países.

Contudo, não há abordagem direta da implantação em todos os documentos listados no Quadro 2. Os guias encontrados tratam de múltiplos assuntos como boas práticas da Modelagem de Informação da Construção, os padrões nacionais, orientações para configuração inicial dos arquivos para o modelo BIM, diretrizes para elaboração de bibliotecas e *templates*. Os guias em que foram encontradas informações sobre a implantação de BIM foram destacados na quarta coluna do Quadro 2, descrita como, “CONTEÚDO DE IMPLANTAÇÃO” para esses guias foram apresentados o ano de publicação e uma numeração nas colunas cinco e seis respectivamente.

Quadro 2 - Guias relacionados às práticas BIM

País	Organização	Documento	Conteúdo de implantação	Ano	Núm.
Austrália	<i>National Building Specification (NATSPEC)</i>	<i>Getting Started with BIM</i>	✓	2014	I
EUA	<i>US Army Corp of Engineering (USACE) and Engineer Research and Development Center (ERDC)</i>	<i>Building Information Modeling (BIM) Roadmap</i>	✓	2006	II
EUA	<i>US Army Corp of Engineering (USACE) and Engineer Research and Development Center (ERDC)</i>	<i>Building Information Modeling (BIM) Roadmap - Supplement.</i>	✓	2011	III
EUA	<i>The Construction Users Roundtable (CURT)</i>	<i>BIM Implementation: An Owner's Guide to Getting Started</i>	✓	2010	IV
EUA	<i>National Institute of Building Sciences</i>	<i>National Building Information Modeling Standard</i>	✗	-	-
EUA	<i>General Services Administration (GSA)</i>	<i>GSA Building Information Modeling Guide 01 - 08</i>	✗	-	-
EUA	<i>Computer Integrated Construction Research Program (CICRP)</i>	<i>Building Information Modeling Execution Planning Guide 2.0</i>	✓	2010	V
EUA	<i>U.S. Department of Veterans Affairs</i>	<i>The VA BIM Guide</i>	✗	-	-
Alemanha	<i>Federal Office for Building and Regional Planning</i>	<i>BIM Guide for Germany</i>	✗	-	-
Hong Kong	<i>Hong Kong Housing Authority</i>	<i>BIM Standards, user guides, and library components for contractors.</i>	✗	-	-
Japão	<i>Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism.</i>	<i>2013 Guidelines for architecture BIM Models</i>	✗	-	-
Malásia	<i>Public Works Department</i>	<i>BIM Guideline Standard (2016)</i>	✗	-	-
Nova Zelândia	<i>Ministry of Business, Innovation and Employment</i>	<i>New Zealand BIM Handbook (2014)</i>	✗	-	-
Noruega	<i>Statsbygg</i>	<i>Statsbygg Building Information Modeling Manual Version 1.2.1</i>	✗	-	-
Dinamarca	<i>Agency for Enterprise and Construction</i>	<i>3D Working Method</i>	✗	-	-
Singapura	<i>Building and Construction Authority</i>	<i>Singapore BIM Guide version 2</i>	✗	-	-
UK	<i>AEC UK CAD & BIM Standards</i>	<i>AEC UK BIM Technology Protocol</i>	✓	2015	VI
Brasil	<i>Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura</i>	<i>Guia AsBEA: Boas práticas em BIM (Fascículo I e II)</i>	✓	2013	VII
Brasil	<i>Câmara Brasileira da Indústria da Construção</i>	<i>Coletânea implantação BIM em construtoras e incorporadoras</i>	✓	2016	VIII

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Dessa forma os guias do Quadro 2 que retratam a implantação de BIM, apresentam numeração I, II, III IV, V, VI, VII e VIII que corresponde respectivamente aos guias *Getting Started with BIM*, *Building Information Modeling Execution Planning Guide 2.0*, *Building Information Modeling (BIM) Roadmap*, *Building Information Modeling (BIM) Roadmap – Supplement*, *BIM Implementation: An Owner's Guide to Getting Started*, *AEC UK BIM Technology Protocol*, Guia AsBEA: Boas práticas em BIM (Fascículo I) e a Coletânea Implantação BIM em construtoras e incorporadoras.

Com relação à implantação de BIM, Eastman et al. (2010) sugere ser necessária uma mudança em quase todos os aspectos do negócio da empresa. Isso requer algumas práticas que ultrapassam a simples aquisição de *softwares* e *hardwares*, quais sejam:

- Engajamento dos gerentes seniores;
- Desenvolvimento de um plano de implantação, desenvolvido pela alta gerência para garantir sua efetiva participação;
- Começar a implantação de BIM em um projeto piloto, de pequenas dimensões;
- Preferencialmente o projeto piloto deve ser desenvolvido em paralelo com o método tradicional da empresa para que seja possível fazer comparativos entre as tecnologias;
- Usar os resultados obtidos do comparativo entre o desenvolvimento BIM e o método tradicional para influenciar a utilização contínua, mantendo a alta gerencia informada dos progressos, problemas e percepções;
- Fazer treinamentos do pessoal periodicamente;
- Ampliar o uso do BIM em outros empreendimentos, trabalhando em conjunto com outras empresas para entender o processo de colaboração;
- Replanejar periodicamente o processo de implantação através dos progressos, problemas e percepções.

Analizando cada guia por ordem cronológica de publicação têm-se que o primeiro a ser publicado foi o roteiro *Building Information Modeling (BIM) Roadmap*, que foi desenvolvido pelo *US Army Corps of Engineers – USACE* (2006), que é uma corporação de engenheiros do exército americano, e monitorado por *Engineer Research and Development Center – ERDC*.

Esse roteiro tinha como objetivo o auxílio aos distritos e divisões que optassem por responder à iniciativa BIM estabelecida pela sede do USACE, que determinou a utilização de todos os projetos em BIM a partir do ano de 2007.

O roteiro do USACE (2006) prevê que, inicialmente, é necessário definir métricas, com o intuito de usar as métricas definidas na medição dos processos tradicionais e no estabelecimento de metas BIM, para durante a implantação de BIM elas sejam monitoradas e possivelmente sirvam para que efeito de comparação entre o modelo tradicional e o modelo BIM. Depois da fase de definição de métricas e metas é necessário que alguns passos sejam cumpridos, entre eles:

- Definir um plano de implantação;
- Treinamento: tipo de treinamento, conteúdo;
- Configuração necessária para utilização da tecnologia, incluindo *software*, *hardware* e sistemas;
- Definição da equipe;
- Definir padrões, configurações e conjuntos de dados;
- Cadastro da evolução dos dados;
- Definição de Fluxo de trabalho;
- Definição de um suporte para o gerenciamento;
- Definição de um suporte para técnico (do fornecedor do *software*).

O roteiro *Building Information Modeling (BIM) Roadmap- Supplement* (USACE, 2011), não é o próximo guia entre os selecionados,

cronologicamente falando, no entanto, trata-se de um complemento do primeiro roteiro (USACE, 2006), devido a este fato, o roteiro foi explanado de maneira a garantir o sequenciamento das diretrizes estabelecidas pela entidade.

Neste complemento as orientações para implantação são divididas em três partes, gerenciamento do projeto, gerencialmente das pessoas e gerenciamento dos processos, conforme segue:

- Gerenciamento do projeto
 - Selecionar o projeto certo: Dessa forma a utilização do BIM possibilitará a melhora dos processos de fluxo de trabalho;
 - Definir e informar claramente aos interessados qual será o uso do BIM neste projeto: O BIM é muito mais que um projeto em 3D, a partir dele pode-se extrair quantitativos, fazer análises, gerenciamentos;
 - Entender o BIM como um processo e não como um produto: O BIM como um processo exige a participação de toda a equipe para que em cada projeto seja definido um fluxo de trabalho adequado as necessidades daquele projeto. É necessário também definir um plano para implantar BIM, monitorar o progresso e ser flexível para experimentar diferentes alternativas. Além de manter todas as disciplinas em um nível semelhante de desenvolvimento do modelo para alavancar a coordenação e colaboração entre os sistemas de construção. O processo torna-se menos benéfico se uma ou mais disciplinas ficarem para trás. Definir inicialmente os requisitos de detalhe modelo para garantir que o tempo não seja desperdiçado devido *gold plating*, que nada mais é do que a adição de algo que não fazia parte do escopo contratado, gerando assim mais custos e necessitando de mais tempo para sua execução. Deve-se levar em consideração que um processo só evolui se houver o *feedback*;

- Criar um ambiente para o projeto em equipe, permitindo assim a colaboração.
- Gerenciamento das pessoas
 - Construir uma equipe: Deve-se procurar uma pessoa da diretoria que irá apoiar as metas do projeto e facilitar o processo a um nível de gestão, eles devem apoiar a visão para o pleno aproveitamento do BIM, pois eles têm autoridade para tomar decisões sobre os esforços BIM toda a empresa. A equipe profissional deve trabalhar no BIM e não voltar para o velho paradigma. A formação através do treinamento é essencial para novas equipes BIM. Aqueles que foram treinados devem ter suas habilidades avaliadas continuamente para garantir a retenção de competências e ao desenvolvimento de novas competências. As mudanças devem ser gerenciadas, pois alguns membros da equipe vão abraçar o processo BIM; outros vão negar e, possivelmente, alguns vão rejeitar.
- Gerenciamento do Desenho
 - Um fluxo de trabalho deve ser detalhado para garantir a coordenação;
 - Reduzir, reusar e reciclar: Os dados devem ser padronizados para que possam ser utilizados em projetos futuros. Os dados devem ser reutilizados para economizar tempo;
 - Garantia da qualidade: O processo de garantia da qualidade deve ser iniciado o quanto antes avaliando as várias perspectivas do BIM, incluindo gráficos, dados e coordenação disciplina.

CICRP (2010) publicou o *Building Information Modeling Execution Planning Guide 2.0*. Esse guia indica que para a adoção do BIM são necessários quatro passos:

- I. Identificar valor de usar BIM durante cada uma das fases, como o pré-projeto, a concepção, a construção e as fases operacionais;

- II. Desenvolver o processo de execução BIM através da criação de mapas de processos;
- III. Definir as entregas do BIM e quais as trocas de informações serão necessárias;
- IV. Desenvolver a infraestrutura elaborando contratos, procedimentos de comunicação, tecnologia e controle de qualidade para apoiar a implantação.

Para tais etapas acontecerem é imprescindível que o proprietário esteja envolvido, definindo inicialmente os objetivos com o uso do BIM e as metas para alcançar esses objetivos, a partir desse ponto inicial são definidos:

- Os usos do BIM na empresa, que podem ser nas etapas do pré-projeto, concepção, construção e fases operacionais;
- O desenvolvimento do plano que deve conter: Informações críticas sobre o projeto; Principais partes interessadas; Metas do projeto; Usos BIM (objetivos BIM); Definir papéis e pessoal, definindo prioritariamente o coordenador; Definir os processos para alcançar os objetivos; Definir as trocas BIM; Gerenciamento de dados BIM; Procedimentos de Colaboração; Modelo de qualidade e controle; Necessidades de *hardwares*, *softwares* e servidor; Definição de padrões para nomenclatura, coordenação de sistemas; Entregas de projeto; Tipos de contratos;
- A equipe deve ser composta por representantes de todos os membros da equipe do projeto, incluindo o proprietário, os projetistas, empreiteiros, engenheiros e gerente da unidade;
- Para cada uso BIM selecionado devem-se verificar as necessidades de *softwares* e *hardwares*;
- Descrever um fluxo de trabalho detalhado;
- Definir os padrões para: nomenclatura; arquivar elementos; sistema de medida; e verificar se atende ao IFC;

- Com relação à interoperabilidade deve-se identificar os requisitos para as trocas de dado e de quem é a responsabilidade, é essencial um ambiente de colaboração;
- Deve ser estruturada uma forma de verificar a qualidade e controle de dados; a verificação visual; detectar problemas do modelo; conferir o atendimento as normas;
- É importante para a equipe atualizar de forma continua o processo planejado, conforme necessário, devido à adição de membros da equipe, revisões tecnologia disponível, as alterações das condições gerais do projeto, e refletir o processo real que evoluiu.

Contemporâneo a CICRP (2010), CURT (2010) no guia *BIM Implementation: An Owner's Guide to Getting Started*, estabelece que para o sucesso da implantação acontecer é necessário garantir que a gestão superior apoie o processo. Ainda segundo o autor, aliado a isso, é necessário desenvolver as seguintes etapas:

- Estudar os métodos atuais de controle de arquivamento e de documentos com antecedência e compará-los com o esperado para o BIM;
- Estabelecer os requisitos mínimos e as expectativas do modelo, “aqueles itens considerados obrigatórios”;
- Identificar outros requisitos e expectativas do modelo, “aqueles itens que são considerados interessantes ter”;
- Desenvolver um plano de implantação com:
 - Uma avaliação das capacidades da empresa; Avaliação da disposição de pessoal para abraçar um tipo diferente de desenvolvimento do projeto e sua tolerância para a mudança.
 - Os objetivos da empresa com o BIM: conseguir um menor custo, produzir projetos de melhor qualidade, automatizar orçamento do projeto, reduzir reclamações ou litígios, redução do prazo entrega, melhorar os processos de tomada de decisão através

de uma melhor visualização, melhorar os resultados de construção, realizar operações e manutenção;

- Levantamento do custo e financiamentos e de fluxo de caixa requeridos pelo BIM;
- Seleção de recursos humanos:
 - Identificar pessoal interno para liderar a implantação;
 - Analisar os recursos da região, porém se para o desenvolvimento do projeto não necessitar a escolha de recursos que conheçam a região, verificar recursos em outra região;
 - Verificar se o usuário realmente sabe BIM ou se é apenas marketing;
- Decisão de software: Decidir entre um software proprietário e um software padrão aberto;
- Providenciar Treinamentos, de acordo com a capacidade avaliada dos funcionários;
- Verificar a capacidade de suporte da área de tecnologia na informação;
- Estabelecer a colaboratividade;
- Definir quando e quantas vezes avaliar o desempenho.

O guia oficial da Austrália, *Getting Started with BIM* NATSPEC (2014), que foi elaborado para subsidiar as organizações de arquitetura ou engenharia que já fizeram a decisão de implantar BIM, mas que ainda precisam de orientações sobre como implantar, afirma que: Após a decisão para implantação é necessário fazer com que todo o pessoal embarque nas mudanças planejadas. Definir um gerente BIM que pode ser através da formação de um membro interno, contratando um profissional experiente ou ainda contratando consultoria.

Segundo o guia oficial da Austrália, a implantação deve ser dividida em duas fases planejamento e execução. Porém antes do planejamento é necessário preparar-se para as mudanças, analisando a situação atual, pois é

necessário produzir referências para medir com precisão o progresso na transição para BIM, ou seja, definir as métricas, estabelecer critérios de aceitação para as metas definidas para alcançar os objetivos.

No Quadro 3 são descritas as etapas, e suas atividades, pertencentes na fase de planejamento do ciclo de implantação de BIM, conforme guia australiano.

Quadro 3 - Resumo da fase de planejamento do guia australiano

PLANEJAMENTO	Identificar a situação atual da empresa	Recursos disponíveis Processos Tecnologia utilizada
	Identificar as necessidades	Treinamento de pessoal Orçamento necessário Fluxos de trabalho Novas funções / responsabilidades Novos processos de gerenciamento de informações Contratação de pessoal Tempo necessário para execução
	Estabelecer as metas	Aumentar a produtividade; Reduzir os custos de documentação; Melhorar coordenação e precisão dos resultados de projeto; Identificar rapidamente as implicações das mudanças de projeto.
	Definir ações para atingir as metas	
	Planejar a implantação	
	Checar e revisar	As referências criadas antes de indicar a implantação servirão de parâmetro e vão indicar as áreas onde futuras melhorias podem ser feitas; Realizar avaliação do processo de implantação apenas quando a documentação de construção para o projeto selecionado estiver completa; Verificar se suas metas e objetivos foram alcançados, Onde estavam os ganhos e onde estavam as perdas. O que precisa ser mudado e onde podem ser feitas melhorias?

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

No Quadro 4 há exemplos de etapas, e de como realizar as atividades, pertencentes na fase de planejamento do ciclo de implantação de BIM, conforme guia australiano.

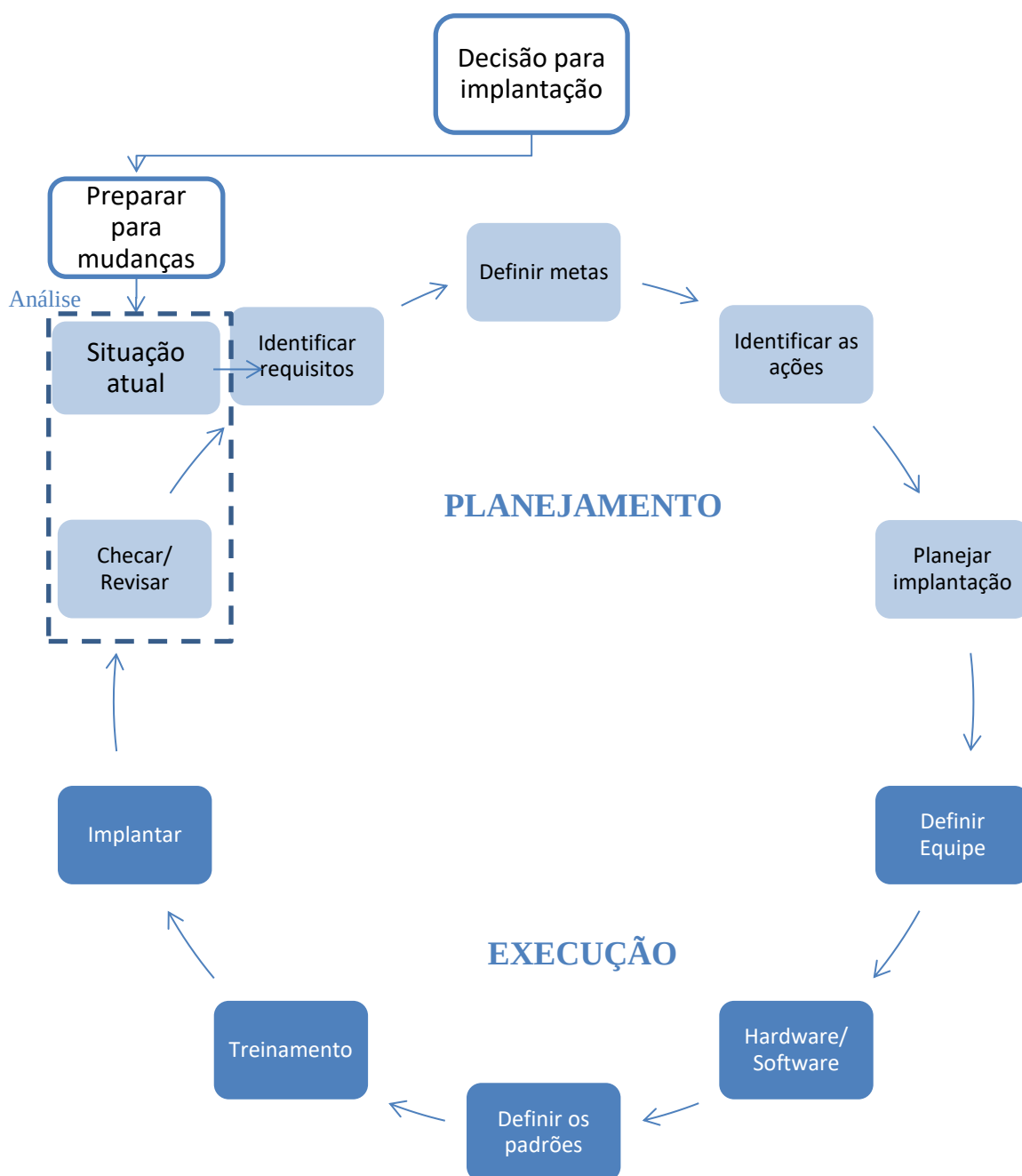
Quadro 4 - Resumo da fase de execução do guia australiano

EXECUÇÃO	Definir equipe	• Deve ser composta por representantes de toda a organização - desde gerentes até projetistas; • Os membros formados da equipe inicial podem liderar outras equipes; • Selecionar os membros de acordo com o entusiasmo; • Colocar as mesas dos membros da equipe nas proximidades. Para facilitar a comunicação e colaboração, elementos-chave da implantação;
	Atualizar recursos de informática	• Software: Escolher um pacote que irá ajudá-lo a alcançar suas metas e objetivos documentados; • Hardware: As configurações devem estar perto das especificações recomendadas /exigidas pelo fornecedor do software; • Rede Interna / Servidor;
	Definir padrões	• Templates, detalhes padrão, notas padrão, estilos e assim por diante; • Bibliotecas: Deve-se fazer a chamada "tradução" dos elementos utilizados em CAD para o BIM; • Manual: Criar um manual de BIM no escritório, pois pode documentar os procedimentos a serem seguidos ao realizar um projeto BIM; • Arquivamento e nomenclatura, de arquivos.
	Realizar treinamento	• O treinamento deve ser contínuo, atingindo todos os patamares da equipe; • Alta gerência (não usuários): apresentação demonstrando as capacidades e vantagens de usar BIM e explicando por aplicação BIM é uma decisão de negócios essencial. • Os gerentes de projeto (usuários ocasionais) - Formação sobre o que o novo software é capaz e como navegar o modelo, criar pontos de vista, verificar as dimensões, desenhos enredo, adicionar notas, etc. • O pessoal técnico (usuários diários) – treinamento aprofundado sobre como usar o software e criar modelos BIM de trabalho. • Definir se o treinamento será interno ou externo; • Definir se projeto piloto será um projeto concluído ou em execução; • Definir quantas horas podem ser investidas na formação (pois não geram faturamento);
	Implantação	• Escolher um projeto que é típico para a sua organização, de preferência um projeto simples, onde a única curva de aprendizado será BIM; • À medida que tiver domínio do BIM aumentar a sua utilização; • Não examinar a equipe muito de perto durante esta fase, pois será uma curva de aprendizado difícil e, por vezes, vai ser muito frustrante • Deixar o exame aprofundado e revisão para quando o projeto estiver completo;

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

No guia da Austrália, as etapas para implantação são organizadas de maneira objetiva a fim de propiciar a implantação de BIM, essa configuração é apresentada na Figura 15.

Figura 15 - Implantação de BIM



Fonte: Adaptada de NATSPEC (2014)

As etapas do fascículo I do guia AsBEA (2013) que trata do processo de implantação são apresentadas junto com seus tópicos no Quadro 5.

Quadro 5 - Etapas para implantação de BIM no Guia da AsBEA

ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DOS ESCRITÓRIOS	Definir métricas	Desempenho Qualidade Relacionamento com o cliente Escopo Custos Contratos Prazos
	Definir metas	Desempenho Qualidade Relacionamento com o cliente Escopo Custos Contratos Prazos
	Plano de Implementação do BIM nos Escritórios de Projeto	Objetivos (8) Metodologia de Implantação (7) Planejamento da Infraestrutura (11) Planejamento de Recursos Humanos (12) Prazos (13)
	Definição dos Usos do BIM	Projetos (14) Construção (1) Operação e Manutenção (9)
	Equipe: Papéis e Matriz de Responsabilidades	Funções de Projeto (5) Funções de Gestão da Informação (4)
	Reestruturação do Parque Informático	Software Hardware Rede Interna / Servidor Rede Externa (Internet)
	Treinamento da Equipe	Conteúdo do Treinamento (2) Organização das Aulas (10) Documentar (3) Reciclagem de Conhecimento (15)
	Suporte	Consultor especializado Profissional interno experiente
	Fluxo de Trabalho em BIM	
PROCESSOS	Definição de Padrões Internos do Escritório de Projeto	Bibliotecas Templates Nomenclatura Estruturação de Pastas

Fonte: Elaborada pela autora (2017)

Para alguns desses tópicos o Guia AsBEA exemplificou com as atividades relacionadas. No Quadro 6 os tópicos são apresentados por ordem alfabética com as atividades relacionadas.

Quadro 6 - Atividades do BIM do Guia da AsBEA

1- Construção	Planejamento da Logística de canteiro	5- Funções de Projeto	Complementação do desenho		Ambiente e equipamento
	Planejamento e controle 4D		Compatibilização	10- Planej.da Infraestrutura	Investimento vs. Fluxo financeiro
	coordenação 3D	6- Metodologia de Implantação	Levantamento de dados atuais para comparar	11- Planej. de Recursos Humanos	Necessidade de consultor externo
	Fabricação digital		Plan. em relação aos projetos em andamento		Quantidade de profissionais envolvidos
	Gestão de custos		Definição da intensidade da carga de trabalho		Quem são os colaboradores mais aptos
	Mock-ups virtuais		Necessidade de suporte interno ou cons. externo		Toda empresa está envolvida
2- Conteúdo do Treinamento	Introdução ao BIM	7- Objetivos	Aonde quer chegar	12- Prazos	Cronograma com metas primárias e secundárias
	Conteúdo teórico		Qual produto pretende entregar	13-Projetos	Monitorar e controlar metas
	Operações básicas		Quais os usos do BIM		Concepção
	Conteúdo prático		Em quais projetos utilizar		Documentação
	Operações específicas	8- Operação e Manutenção	Qual o prazo de implantação		Visualização
3- Documentar	Novo processos de trabalho		Que difrencial o BIM traz		Compatibilização
	Novos processos adotados com o BIM		Programação de manutenção preventiva		Revisão
4- Funções de Gestão da Informação	Manuais de boas práticas	9- Organização das Aulas	Análise dos sistemas do edificio	14- Reciclagem de Conhecimento	Análise de eficiência Energetica
	Vídeos		Gerenciamento do edificio		Avaliação de sustentabilidade
	Coordenador geral		Gerenciamento dos espaços		Análises de engenharia
	Customização		Plano de evacuação		Extração de quantitativos
	Desenvolvedor de bibliotecas		Modelo consolidado		Adaptar rapidamente seus processos
	Controle de dados		Adequação ao plano de implementação		Atualizar a documentação de boas práticas
	Modelagem complexa e complementar		Carga horária		Atualizar a documentação de boas práticas

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

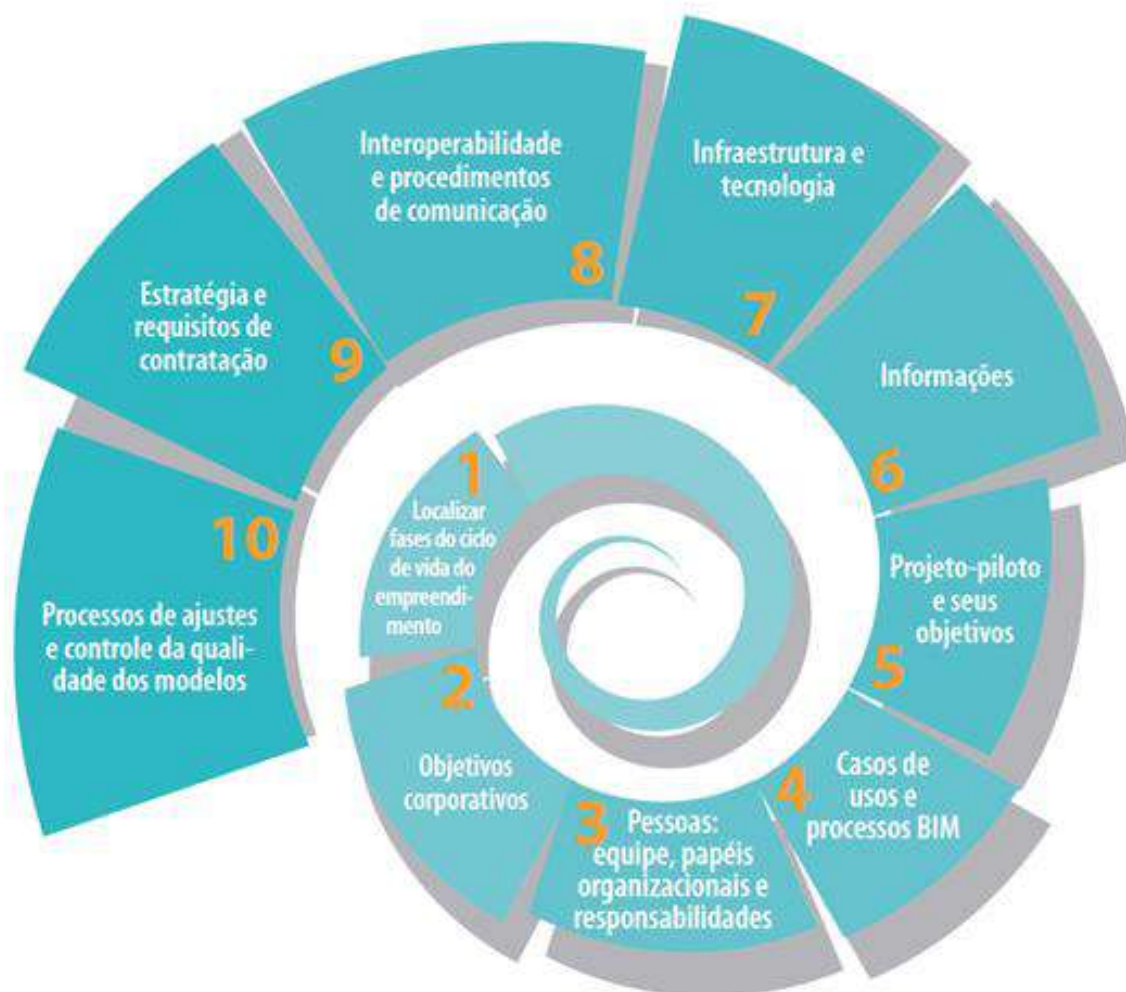
A AEC UK, órgão que desenvolve um padrão unificado para a Arquitetura, Engenharia e Construção no Reino Unido, elaborou no ano de 2015 um protocolo denominado *BIM Technology Protocol* (AEC UK, 2015), que divide a implantação em estratégia, gestão e produção, com tarefas que devem ser realizadas por uma equipe BIM como:

- Definir os objetivos/metasp com o BIM,
- Avaliar as melhores práticas;
- Desenvolver internamente um plano de implantação;
- Definir os usos do BIM no projeto;
- Definir um gerente BIM, pessoa com capacidade visão, e que seja capaz de envolver agentes externos, parceiros colaboradores e as equipes internas, para apoiar o BIM. Podendo ser um membro interno, ou um consultor externo,
- Definir as pessoas com responsabilidade para ajudar a configurar o projeto, auditar o modelo e coordenar todos os colaboradores.
- Definir funções e responsabilidades;
- Definir a tecnologia e a interoperabilidade necessária para o *software* a ser utilizado;
- Definir uma estratégia de treinamento, que aborde também o controle de gestão e qualidade da criação de conteúdo e processo de divulgação;
- Criar um fluxo de trabalho;
- Definir padrões internos;
- Realizar verificação periódica do andamento do projeto;

De acordo com CBIC (2016) a implantação deve ser planejada de forma minuciosa através de um plano de implantação que deverá definir o escopo da implementação BIM no projeto, identificar os fluxos dos processos para as atividades BIM, estabelecer os intercâmbios de informações entres várias partes e descrever a infraestrutura que será necessária para que a empresa possa realmente suportar a implementação do projeto. Nessa abordagem a

CBIC (2016) acredita que o processo de implantação de BIM deve ter dez passos principais, embora possa haver diferenças nesse processo de acordo com a particularidade de cada empresa. Os dez passos principais são apresentados na Figura 16

Figura 16- Passos da CBIC para implantação de BIM



Fonte: CIBIC (2016)

Cada passo tem suas definições apresentadas a seguir:

- Localização dentre as fases do ciclo de vida do empreendimento: a empresa deve verificar de acordo com a sua área de atuação qual a fase do ciclo de vida indicado para sua área e assim direcionar o plano de implantação de acordo com essa fase e com os seus usos BIM;

- Definição dos objetivos corporativos: CBIC (2016) lembra que os objetivos da implantação BIM devem ser definidos e alinhados de maneira coerente com os objetivos estratégicos da empresa ou organização. Além disso, os objetivos precisam estar todos definidos de maneira que se possa verificar o seu atendimento através de informações mensuráveis;
- Definir pessoas: equipes, papéis organizacionais e responsabilidades: segundo CBIC (2016), a definição da equipe e da própria estrutura de implementação de um projeto BIM pode ser considerada um dos principais passos que integram uma estratégia de implementação. E essa estrutura deve ter profissionais internos e externos:
 - Um gerente BIM, que deve ser interno, se não for contratado, deverá uma pessoa da equipe ser treinada para tal função;
 - Arquiteto / designer;
 - Engenheiro para cada projeto de engenharia como, estrutural, instalações (hidrossanitário, elétrica e de condicionamento de ar), civil;
 - Consultores específicos;
 - Responsável por suprimentos e contratações;
 - Construtor;
 - Subempreiteiros;
 - Fabricantes e fornecedores;
- Definição dos casos de uso e mapeamento de processos BIM: a escolha dos usos BIM, entre os principais casos de usos BIM, deve ser feita analisando e ajustando os principais processos já documentados e publicados, para refletir eventuais particularidades ou especificidades de acordo com a especificidade da empresa;
- Projetos-piloto de implementação BIM e seus objetivos: para CBIC (2016) o projeto piloto não deve ser nem muito complexo nem muito simples, ele deve representar os casos mais típicos e mais significativamente desenvolvidos pela empresa e os objetivos

estabelecidos para esse projeto devem ser condizentes com os objetivos do plano de implantação;

- Informações críticas para implementação: consiste na definição e controle no fluxo de trabalho BIM na empresa através de uma planilha para consolidar todas as principais informações que serão trocadas, definindo seus correspondentes autores e receptores para cada um dos casos de usos BIM que serão realizados;
- Infraestrutura e tecnologia: Segundo a CBIC (2016) a definição do *hardware* e do *software* que serão utilizados é um dos passos mais fundamentalmente relacionados ao sucesso ou fracasso da implantação de BIM;
- Interoperabilidade e procedimentos de comunicação: deve-se definir e planejar os principais intercâmbios de informações entre os diversos envolvidos, durante o desenvolvimento do projeto, promovendo a comunicação entre as diversas partes do projeto, e definido quais são os serviços esperados como entregas;
- Definição de estratégia e requisitos específicos para contratação BIM: como normalmente incorporadoras contratam arquitetos, engenheiros estruturais e projetistas de instalações, orçamentistas externos para os processos de concepção e conceituação dos seus empreendimentos. No processo de implantação de BIM, é fundamental que se definam quais partes dos processos serão feitas internamente e quais serão realizadas por terceiros, e estes terceiros devem ser contratados pressupondo a necessidade de acordos com empresas que terão de trabalhar colaborativamente para a realização dos processos no desenvolvimento de um mesmo empreendimento. Sabendo-se que o uso da tecnologia BIM muda significativamente não só a maneira como os trabalhos são desenvolvidos, mas também a forma como se mede e se avalia a sua progressão;
- Definição dos ajustes e controles de qualidade dos modelos BIM: que consiste na verificação do processo de implantação de BIM, como por exemplo, verificar a qualidade dos entregáveis, caso não tenha

atingindo a qualidade esperada deve-se fazer os ajustes no processo de implantação, dessa maneira é feita a revisão do plano.

Ao analisar os guias e suas abordagens sobre implantação foi possível selecionar algumas etapas que se repetem, conforme apresentadas no Quadro 7. Onde os guias denominados I, II, III IV, V, VI, VII e VIII correspondem respectivamente aos guias *Getting Started with BIM*, *Building Information Modeling Execution Planning Guide 2.0*, *Building Information Modeling (BIM) Roadmap*, *Building Information Modeling (BIM) Roadmap – Supplement*, *BIM Implementation: An Owner's Guide to Getting Started*, *AEC UK BIM Technology Protocol*, Guia AsBEA: Boas práticas em BIM (Fascículo I) e a Coletânea Implantação BIM em construtoras e incorporadoras que já foram apresentados no Quadro 2.

Quadro 7 - Temas abordados nos guias de implantação

ETAPAS	GUIAS								TOTAL
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
DEFINIR MÉTRICAS	✓		✓		✓	✓	✓		5
DEFINIR METAS	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	7
PLANO DE IMPLANTAÇÃO	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	7
DEFINIR USOS BIM	✓	✓		✓		✓	✓	✓	6
DEFINIR EQUIPE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
REEST. RECURSOS DE INFORM.	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	7
REALIZAR TREINAMENTOS	✓		✓	✓	✓	✓	✓		6
DEFINIR SUPORTE	✓		✓		✓		✓		4
DEFINIR FLUXO DE TRABALHO		✓		✓		✓	✓	✓	5
DEFINIR PADRÕES INTERNOS	✓	✓	✓			✓	✓	✓	6
INICIAR PROJETO PILOTO	✓		✓	✓				✓	4
CHECAR/REVISAR O PLANO	✓	✓			✓	✓		✓	5

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Além da recorrência dessas etapas, também foi possível observar os guias mais recentes e mais detalhados como o da AsBEA, desenvolvido no Brasil em 2013, o Guia da Nacional da Austrália (NATSPEC, 2014) e a Coletânea Implantação BIM em construtoras e incorporadoras (CBIC, 2016), que focam o seu conteúdo na implantação e abordam praticamente todas essas etapas necessárias a implantação.

Devido a essas considerações foram elencadas como premissas os itens do Quadro 7, que serão detalhados a seguir.

3.3.1 Definir métricas

Estabelecer métricas é uma etapa de grande importância, pois esses artefatos serão utilizados como unidade de medida para avaliar os processos de implantação e delinear melhoria desses processos.

O aprimoramento do plano de implantação deve ser feito na fase de monitoramento e revisão do modelo. Entretanto, a maneira como será medida a evolução do projeto deve ser definida antes do desenvolvimento do plano de implantação. Portanto NATSPEC (2014) afirma que a definição das métricas deve ocorrer logo após a decisão da implantação.

Cada usuário deve estabelecer como serão desenvolvidas suas métricas. Elas podem ser desenvolvidas de maneira similar as metodologias já existentes para avaliar o processo tradicional de projeto, como, por exemplo, hora-homem necessário para projetar um metro quadrado de área (hh /m²), devendo apenas sofrer algumas adaptações devido às necessidades do BIM.

Porém Eastman et al. (2010) sugere que a medição seja feita de forma comparativa, ou seja, o desenvolvimento do modelo BIM deve ser comparado como o desenvolvimento do mesmo projeto feito de maneira tradicional, esse modelo pode já ter sido concluído ou ainda ser desenvolvido paralelamente ao modelo BIM.

AsBEA (2013) orienta que é necessário avaliar o desempenho da qualidade do projeto, do relacionamento com o cliente, do escopo, do custo, dos contratos, e dos prazos. Contudo outros itens podem ser avaliados a depender da necessidade da empresa.

3.3.2 Definir metas

Para atingir os objetivos estabelecidos sejam eles aumentar a produtividade, reduzir os custos de documentação, melhorar a avaliação com o cliente, ou outro objetivo corporativo, se faz necessário definir as metas para alcançá-los.

É necessário também definir metas para implantação, para cada uso do BIM escolhido a ser implantado na empresa, deve-se determinar o nível de proficiência para esse uso e o prazo para sua implantação. Os usos de BIM serão detalhados posteriormente.

Conforme CURT (2010), os requisitos podem ser considerados obrigatórios ou interessantes de se ter no modelo. O foco das metas do projeto deve ser a obtenção dos requisitos considerados obrigatórios para o funcionamento do modelo.

Para USACE (2006) as metas devem ser definidas de modo a que abordem a operação inicial, a interoperabilidade, a operação com capacidade total e a automação do ciclo de vida.

A AsBEA (2013) afirma que as metas e as métricas devem ter relação, portanto devido a essa orientação as metas são definidas para atingir melhoria no desempenho da qualidade do projeto, do relacionamento com o cliente, do escopo, do custo, dos contratos, e dos prazos. Além disso, ainda podem ser usadas para fins de implantação ou para alcançar os objetivos definidos.

3.3.3 Desenvolver um plano de implantação

Para CICRP (2010) o plano deve ser desenvolvido o mais cedo possível, para evitar inconsistências;

Eastman et al. (2010) orienta que o plano de implantação deve ser desenvolvido pela alta gerência para garantir sua efetiva participação no processo de implantação;

Segundo NATSPEC (2014) e USACE (2006), o plano para implantação deve:

- Identificar o panorama atual com relação a:
 - Recursos: verificar entre os recursos atuais aqueles que podem ser qualificados, e qual o nível de formação necessária desses;
 - Processos: definir os processos típicos para um projeto na organização, incluindo o tipo, duração, custo; Informações que são necessárias e quando elas são necessárias ao projeto. Além de analisar quanto tempo é necessário para se executar e qual o custo de processos que estão envolvidos na documentação;
 - Tecnologia: Quais as especificações e capacidades dos softwares e *hardware* existentes, quais os custos envolvidos em licenças e atualização de softwares, e em aquisição e manutenção de *hardware*; O estado das bibliotecas e *templates* atuais e como eles são armazenados e acessados;
- Identificar as necessidades:
 - Treinamento de pessoal, e o orçamento necessário;
 - Novos fluxos de trabalho.
 - Novas funções / responsabilidades.
 - Novos processos de gerenciamento de informações.
 - Contratação de pessoal;
 - Tempo necessário para execução;
- Estabelecer os objetivos como:
 - Aumentar a produtividade;
 - Reduzir os custos de documentação;
 - Melhorar a coordenação e a precisão dos projetos;
 - Identificar rapidamente as implicações das mudanças de projeto;
 - Simplificar fluxos de trabalho;

- Simplificar e melhorar a qualidade da comunicação;
- Aumentar a satisfação do cliente;
- Melhorar a gestão de dados. Integrar diferentes tarefas, tais como a concepção e elaboração. Manter-se a par das últimas tecnologias e métodos de aquisição;
- Metodologia de Implantação:
 - Planejamento do período de transição;
 - Definição da intensidade da carga de trabalho;
 - Verificação da necessidade de um grupo de suporte interno ou de consultor externo;
- Planejamento da Infraestrutura:
 - *Hardwares*, e softwares, servidor e internet;
 - Investimento em infraestrutura associado ao fluxo financeiro; necessidade de consultor externo;
- Planejamento de Recursos Humanos:
 - Quantidade de profissionais;
 - Promover o envolvimento de toda a empresa;
 - Definir etapas de treinamento;
- Prazos:
 - Definição de metas primárias e secundárias;
 - Monitorar e controlar as metas atingidas e adequar o planejamento.

CICRP (2010) complementa informando que o Plano de desenvolvimento deve conter:

- Informações críticas sobre o projeto;
- Principais partes interessadas;
- Definir cargos e suas atribuições, definindo prioritariamente o coordenador;
- Definir os processos para alcançar os objetivos;
- Definir as trocas BIM;
- Gerenciamento de dados BIM;

- Procedimentos de Colaboração.

3.3.4 Definir quais serão os usos do BIM na empresa

NATSPEC (2014) aconselha que o processo de implantação de BIM deve ser feito gradualmente, para manter o processo simples e assim aumentar a probabilidade de sucesso. Por isso, a orientação é para que o iniciante não tente utilizar o software em sua totalidade, ou seja, que ele faça um uso BIM de cada vez e à medida que o dominar esse uso avance para o próximo.

Para escolher o primeiro uso para o BIM USACE (2011) lembra que, escolhendo um uso do BIM que proporcione a resolução de desafios do projeto que são visíveis no início do processo de projeto, pode motivar a colaboração entre os membros da equipe.

NATSPEC (2014) orienta que ao definir os usos para o BIM deve-se dar prioridade àqueles que dão o maior retorno sobre o esforço e são menos prejudiciais para fluxos de trabalho existentes.

Para auxiliar na escolha e definição dos usos do BIM CICRP (2010), AsBEA (2013) e NATSPEC (2014) tem exemplos de usos BIM similares, que divididos entre todo o ciclo de vida do projeto, porém alguns usos podem fazer parte de todas as etapas do projeto.

- Pré-projeto:
 - Modelagem;
 - Quantidades e planejamento custo;
 - Planejamento da construção;
 - Agendamento e sequenciamento para aquisições;
 - Validação de espaço e equipamento Análise do local;
 - Visualização e Revisão.
- Projetos:
 - Modelagem;

- Quantidades e planejamento custo;
- Planejamento da construção;
- Agendamento e sequenciamento para aquisições;
- Validação de espaço e equipamento;
- Visualização e Revisão;
- Autoria de projeto;
- Análise de energética;
- Análise estrutural;
- Análise de iluminação;
- Análise mecânica;
- Outras análises de engenharia;
- Avaliação da sustentabilidade;
- Análise do local;
- Detecção de conflitos / coordenação.
- Construção:
 - Modelagem das condições existentes;
 - Quantidades e planejamento custo;
 - Planejamento da construção;
 - Detecção de conflitos / coordenação;
 - Planejamento de canteiro;
 - Fabricação digital;
 - Planejamento elevador;
 - *As-built* modelo.
- Operação;
 - *As-built* modelo;
 - Programação de manutenção;
 - Gestão de ativos;
 - Gestão do espaço;
 - Planejamento de desastres.

3.3.5 Definir uma equipe para implantar BIM

O item definição da equipe comprova sua importância por ter sido abordado em todos os guias analisados. Porém entre os guias o USACE (2006) se destaca, pois, é o único a enfatizar que deve ser determinada de maneira prioritária uma equipe de transição cujo líder deve ter autoridade para definir as prioridades, devendo ter também um gerente sênior capaz de lidar com cargas de trabalho, cronogramas de projetos e fazer as atribuições de tarefas e o gerente CAD. Essa equipe dará início ao processo de definição da equipe BIM.

Em todos os guias está presente a figura do Gerente BIM, que deve ter entre outras características capacidade visão, vontade de desenvolver o BIM e também de entusiasmar outras pessoas. Ainda segundo USACE (2006), o gerente responsável deve ter dedicação em tempo integral à implantação nos primeiros seis meses, os períodos seguintes irão depender do desenvolvimento da implantação e da demanda.

CICRP (2010) e NATSPEC (2014) convergem na opinião com relação à composição das equipes, para estes a equipe deve ser composta por representantes de toda a organização - desde gerentes até projetistas. De maneira que essa equipe represente uma equipe típica de projeto na empresa. Proporcionando uma continuidade de habilidades e conhecimentos ao longo do tempo. Dessa forma membros da primeira equipe podem ser utilizados para iniciar novas equipes (NATSPEC, 2014).

- Composição:
 - Gerente BIM;
 - Líder técnico;
 - Projetistas.
- Habilidades necessárias:
 - Gerente BIM: Gerenciar as reações à mudança; organizar as revisões de projeto.

- Líder técnico: Gerenciamento das extrações; Geração de especificação; garantir que todo o trabalho BIM segue o padrão nacional;
- Projetistas: responder as exigências de sua disciplina; Alterações de projeto em um ambiente 3D.
- Critério de seleção:
 - O gerente BIM pode ser um membro interno treinado; um profissional experiente contratado; ou ainda um consultor;
 - Demais funcionários que estão entusiasmados com BIM;
 - Dispostos a aprender;
 - Flexível e de mente aberta à mudança;
 - Verificar se o usuário realmente sabe BIM ou se é apenas marketing.
- Organização do trabalho:
 - Colocar as mesas dos membros da equipe nas proximidades;
 - Comunicação e colaboração são elementos-chave da implantação BIM.
- Definir papéis e responsabilidades;
 - Funções de Projeto: Modelagem complexa e complementar; Complementação do desenho; Compatibilização;
 - Funções de Gestão da Informação: Coordenador geral; Customização; Desenvolvedor de bibliotecas; Controle de dados.
- Iniciativas da equipe BIM:
 - Definir um cronograma de treinamento;
 - Definir o grau de esforço (carga de trabalho) para formação do gerente BIM, e para treinar a equipe;
 - Analisar o custo do esforço: custos de treinamento, custo do gerente BIM e outros custos como: baixa produtividade, coordenação de dados e coordenação de equipe.

3.3.6 Definir o suporte para implantação

O suporte para implantação de BIM pode ser dividido em suporte técnico e suporte gerencial (USACE, 2006).

O suporte gerencial refere-se ao suporte necessário para os processos de implantação, NATSPEC (2014) orienta que para o período inicial de implantação é necessário providenciar ajuda externa para fazer o suporte, se as qualificações exigidas não estão disponíveis internamente.

Portanto entre as opções para fazer o suporte gerencial devem ser consideradas, através de um profissional interno experiente, ou de um consultor externo. Essa responsabilidade de fazer o suporte gerencial normalmente é atribuída ao gerente BIM (AsBEA, 2013).

O suporte técnico pode ainda ser dividido entre o suporte para o software e o suporte para infraestrutura, incluindo *hardware*, servidor e internet (USACE, 2006).

Reveladas essas considerações na etapa de definição de suporte é necessário avaliar:

- Suporte Gerencial
 - Com consultor especializado;
 - Ou com Profissional interno experiente.
- Suporte Técnico
 - Software: Analisar o suporte oferecido pelo fornecedor dos softwares, avaliando se atende às necessidades da empresa com relação a prazo para atendimento e tipo de suporte oferecido;
 - Infraestrutura: Verificar a capacidade de suporte da equipe de TI da empresa para as novas demandas, devido à implantação de BIM.

3.3.7 Reestruturar os recursos de informática

É importante lembrar que para cada uso BIM que for selecionado na sua empresa devem ser verificadas as necessidades dos softwares, para diversos usos do BIM é preciso não apenas os softwares, mas também de alguns *plug-ins*, um programa secundário que se encaixa a outro programa principal para adicionar mais funções e recursos (CICRP, 2010).

Ressalta-se também que o os demais itens de para de tecnologia da informação como *hardware*, servidor e internet tem suas configurações determinadas a partir do software elegido e dos arquivos gerados por ele.

Portanto as seguintes considerações devem ser observadas:

- Software:
 - Escolher um pacote que irá ajudá-lo a alcançar suas metas e objetivos documentados;
 - Recomenda-se a discutir estas questões com os diversos fornecedores de software e seus colegas;
 - É preciso também verificar as necessidades da sua empresa em relação à interoperabilidade do software, pode ser necessário decidir entre um software proprietário e um software aberto.
- *Hardware*: as configurações devem estar perto das especificações recomendadas/exigidas pelo fornecedor do software;
- Rede Interna/Servidor: a atualização da rede interna deve ser avaliada, verificando as possibilidades de problemas de desempenho. É prudente ser proativo na atividade de reestruturação das estações de trabalho, mas pode ser possível de ser reativa para as redes;
- Internet: a necessidade de ampliar a capacidade da internet está relacionada não apenas aos requisitos do software, mas também a necessidade de desenvolver modelos *on-line*.

3.3.8 Definir os padrões internos

Algumas empresas já possuem seus padrões internos definidos para desenvolver o processo tradicional de projeto. Para essas empresas será necessário apenas atualizar os seus padrões para atender as necessidades do BIM. Para as demais empresas é recomendado definição dos seus padrões.

Abaixo são listados padrões importantes para a utilização do BIM, que devem ser definidos:

- *Templates;*
- Padrão de desenho;
- Padrão de detalhes;
- Padrão de Notas;
- Estilos;
- Linhas;
- Cores;
- Armazenamento;
- Nomenclatura;
- Saídas de documentos;
- Bibliotecas Incluindo:
 - Peças e famílias;
 - Peças compostas;
 - Componentes;
 - Catálogos;
 - Para as empresas que já tem o padrão no CAD é possível fazer a chamada "tradução" dos elementos utilizados em CAD para o BIM.
- Manual:
 - Criar um manual de BIM no escritório;
 - Pode documentar os procedimentos a serem seguidos ao realizar um projeto BIM.

3.3.9 Realizar treinamentos

A formação é essencial para novas equipes BIM, porém além de formar é imprescindível, avaliar continuamente as habilidades daqueles que foram treinados para confirmar que a informação do treinamento foi retida pelo funcionário, e também como uma forma de identificar novas competências nesses profissionais. (USACE, 2011)

Assim como a equipe BIM deve ter representação de todos os membros da organização, para NATSPEC (2014) o treinamento também deve ser proporcionado para toda equipe:

- Alta gerência (não usuários): Apresentação demonstrando as capacidades e vantagens de usar BIM e explicando por aplicação BIM é uma decisão de negócios essencial;
- Os líderes de projeto (usuários ocasionais): Formação sobre o que o novo software é capaz e como navegar o modelo, criar pontos de vista, verificar as dimensões, desenhos enredo, adicionar notas, etc.;
- O pessoal técnico (usuários diários): treinamento aprofundado sobre como usar o software e criar modelos BIM de trabalho.

Já AsBEA (2013) quando aborda o tema treinamento referem-se essencialmente as etapas e definições do treinamento de como ser realizado o treinamento:

- Conteúdo do Treinamento:
 - Introdução;
 - Conteúdo teórico;
 - Operações básicas;
 - Conteúdo prático;
 - Novo processo de trabalho.
- Organização das Aulas:

- Adequação ao plano de implantação;
 - Carga horária;
 - Ambiente e equipamentos.
- Documentação:
 - Manuais de boas práticas;
 - Vídeos.
- Reciclagem de Conhecimento:
 - Adaptar rapidamente seus processos;
 - Atualizar a documentação de boas práticas;
 - Realizar treinamentos complementares.
- Decisões:
 - Treinamento interno ou externo;
 - Projeto piloto concluído ou em execução;
 - Quantas horas podem ser investidas na formação (pois não geram faturamento).
- Continuidade: O treinamento deve ser contínuo.

CICRP (2010) adverte que os treinamentos não devem ser apenas sobre os softwares, também é preciso:

- Verificar o treinamento complementar de cada software;
- Treinamento específico para o gerente BIM;
- Treinamento sobre o conjunto de dados da empresa;
- Disciplina específica para cada área;
- Treinamento adicional em gerenciamento de projetos e orientação de AE.

3.3.10 Definir um fluxo de trabalho BIM

O fluxo de trabalho BIM é uma premissa que poderá ser diferente para cada tipo de empresa, levando em consideração que os usos BIM de cada empresa têm as suas peculiaridades, além disso, o fluxo de trabalho deve ser adaptável ao projeto em desenvolvimento.

Porem algumas orientações pode ser seguidas, como é observado em USACE, 2011 que recomenda estabelecer no fluxo de trabalho que a modelagem dos componentes da construção deve ser priorizada em relação à modelagem dos componentes de outras disciplinas, pois como normalmente esses itens serão utilizados primeiro que os de é outra disciplina é preciso obedecer a esse fluxo de trabalho a fim de coordenar e manter o avanço do projeto.

A recomendação encontrada em CICRP (2010) é que seja feita a descrição de um fluxo de trabalho detalhado, incluindo a pessoa responsável pela realização do trabalho em cada fase determinada no fluxo.

3.3.11 Iniciar um projeto piloto

O projeto piloto é considerado a aplicação prática para todas as definições do processo de implantação e principalmente do plano de implantação.

O projeto piloto tem também capacidade de influenciar na adoção ou não do BIM a depender de seus resultados. Portanto deve-se selecionar o projeto certo, que poderá melhorar os processos de fluxo de trabalho de desenvolvimento do projeto, avançar habilidades da equipe e minimizar os riscos para o projeto.

Na escolha do projeto o foco deve ser na melhoria de processos, otimização do projeto, reutilização de dados que tem elaboração crítica (USACE, 2011).

Por isso NATSPEC (2014) fornece algumas orientações para as definições dessa premissa.

- Escolher um projeto que é típico para a sua organização, de preferência um projeto simples, onde a única curva de aprendizado será os processos, tecnologia e políticas da metodologia BIM;

- Quando proficiente, a sua organização vai utilizar BIM desde o início de um projeto, até a fase de análises, a depender dos seus objetivos BIM;
- Não examinar a equipe muito de perto durante esta fase, pois será uma curva de aprendizado difícil e, por vezes, as coisas vão ficar muito frustrantes. Deixar para fazer um exame mais aprofundado e uma revisão quando o projeto piloto estiver finalizado.

Assim como NATSPEC (2014), Eastman et al. (2010) recomendam iniciar a implantação de BIM em um projeto piloto, de pequenas dimensões.

3.3.12 Monitorar a implantação e revisar o plano de implantação

Segundo Eastman et al. (2010), os processos de implantação devem ser reprogramados periodicamente com base nos progressos, problemas e percepções obtidas durante a implantação.

Da mesma forma, CICRP (2010) afirma que é importante para a equipe para modificar continuamente o processo planejado, conforme necessário, devido à adição de membros da equipe, revisões tecnologia disponível, as alterações das condições gerais do projeto, e reflexão sobre a real evolução processo.

Para checar e replanejar o processo de implantação, devem ser trilhadas as seguintes etapas:

- Analisar as referências criadas durante a definição das métricas e metas do projeto;
- Indicar as áreas onde futuras melhorias podem ser feitas para reduzir os custos e melhorar a produtividade superando a situação existente;
- Realizar a avaliação do processo de implantação somente quando a documentação de construção para o projeto selecionado estiver completa.

- Verificar:
 - Se as metas e objetivos foram alcançados;
 - Onde estão os ganhos e onde estão perdas;
 - O que precisa ser mudado e onde podem ser feitas melhorias;
 - A satisfação da equipe com o processo;
 - A motivação da equipe após a primeira documentação do processo de implantação;
 - Conferir o atendimento as normas;
 - Definir quando e quantas vezes avaliar o desempenho.

Mais da metade dos guias analisados apontam a importância de realizar a checagem do modelo e planejar novamente.

As premissas apresentadas neste Capítulo 4 de implantação, assim como, a fundamentação teórica realizada nos Capítulos 2, 3 auxiliaram no desenvolvimento da pesquisa, para que fosse estabelecida a metodologia que está disposta no Capítulo 5.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo discorre-se sobre como a pesquisa foi elaborada, abordando o tipo de pesquisa empregado e as etapas compreendidas no processo, quais os recursos que foram utilizados para coleta de dados e como os dados coletados foram analisados.

4.1 Caracterização da pesquisa

O presente trabalho corresponde a uma pesquisa aplicada, com estudos de caso, sobre a implantação de BIM em empresas construtoras e escritórios de projeto, gerando conhecimentos que podem ser aplicados na prática. (RODRIGUES, 2007).

Segundo Marconi e Lakatos (2010), a documentação direta é uma investigação no local onde os fenômenos acontecem, uma das subdivisões da documentação direta é a pesquisa de campo que tem o objetivo de descobrir entre outras coisas as relações entre os fenômenos. Porém não se trata apenas de uma coleta de dados, a pesquisa de campo presume que o pesquisador já tenha objetivos preestabelecidos e que delimitam exatamente o que se deve coletar.

A investigação no local fornece subsidio para a realização do método de estudo de caso que “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento” (GIL, 2010).

Entre as vantagens descritas por Gil (2010) para o estudo de caso estão:

- Explorar situações reais, que não tenham limite bem definido;
- Preservar o caráter unitário do objeto em estudo;
- Descrever a situação do contexto em que está sendo realizada a investigação;

- Formular hipóteses ou desenvolver teorias;
- Explicar situações com variáveis complexas, que não permitem a utilização de levantamento e experimentos.

4.2 Etapas da pesquisa

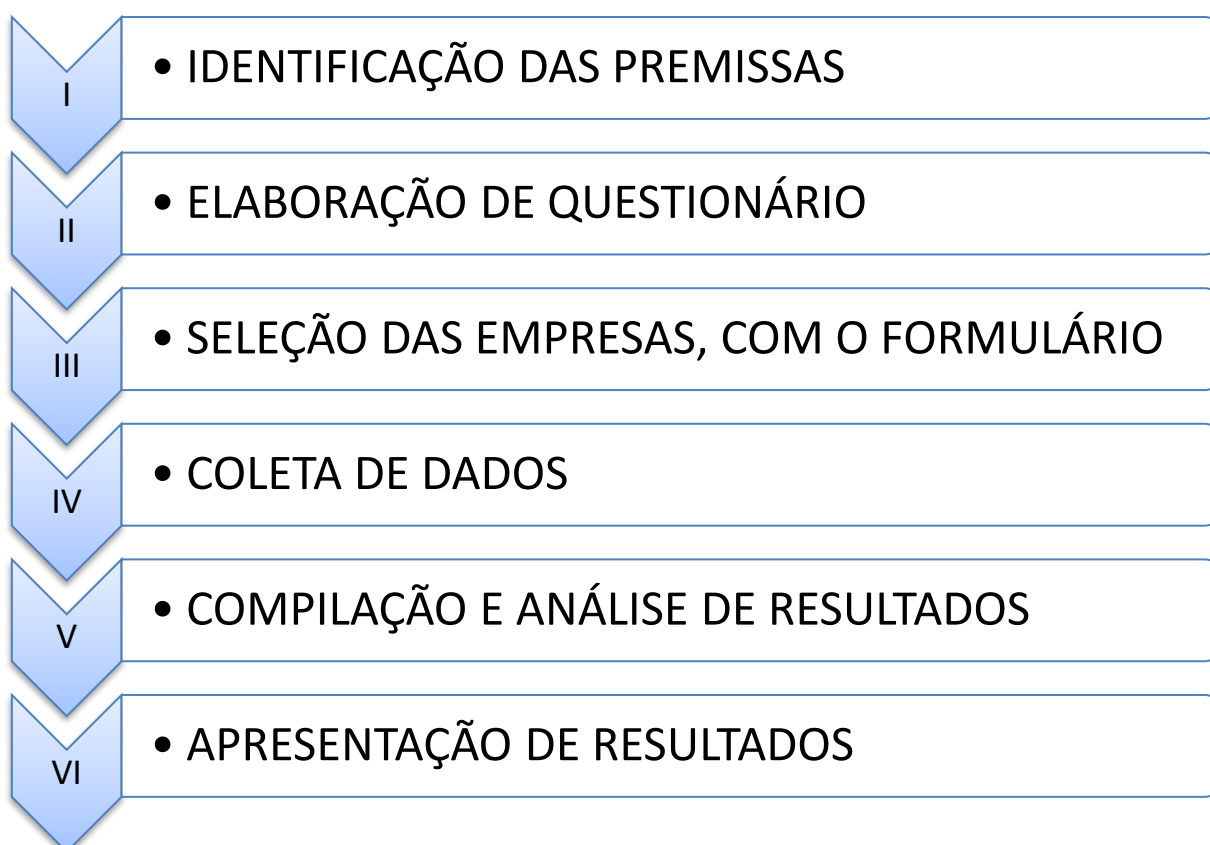
Para o desenvolvimento desta pesquisa foram estabelecidas etapas descritas a seguir:

- i. Levantamento bibliográfico preliminar: identificando a literatura sobre tecnologia da informação, CAD, BIM, interoperabilidade, parametrização a utilização do BIM escritórios de projetos e em construtoras, e premissas para implantação, através de consulta: livros, artigos de periódicos nacionais e internacionais, dissertações e teses, sites na internet de institutos de pesquisa e associações de projeto/construção, documentos federais dos países;
- ii. Definição dos elementos necessários à implantação de BIM, considerados premissas para implantação e da metodologia de coleta de dados: elaboração dos elementos operacionais – formulário, Apêndice A, para identificação de empresas utilizando BIM e questionário, Apêndice B, para a realização das entrevistas onde foram estabelecidas as premissas para a implantação de BIM com os itens e subitens necessário a implantação e definição da metodologia de coleta a ser utilizada (planilhas de registro dos resultados, responsável pelas informações e forma de coleta);
- iii. Seleção das empresas: identificação de empresas na Região Metropolitana do Recife que estejam utilizando o BIM seja na elaboração de projetos ou no gerenciamento da construção através do formulário, Apêndice A;
- iv. Coleta de dados: aplicação do questionário, Apêndice B, em três escritórios de projeto e em duas construtoras, para caracterização da implantação e utilização do BIM e posterior a análise, a comparação e a identificação das premissas adotadas;

- v. Análise de resultados: com averiguação de qual empresa obteve o um maior número de premissas atendidas e como estava o processo de implantação nessa empresa, após essa constatação, a empresa tornou-se parâmetro para avaliar as demais empresas de forma comparativa;
- vi. Elaboração de relatório final: apresentação dos resultados do levantamento de campo, análise dos resultados e identificação das dificuldades para implantação de BIM.

O resumo das etapas existentes na pesquisa é apresentado na Figura 17.

Figura 17 - Etapas da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora, (2017)

O local definido para a realização dos estudos de caso foi a Região Metropolitana do Recife, onde foram investigadas as iniciativas BIM no Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva de

Pernambuco – SINAENCO/PE, no Sindicato da Indústria da Construção Civil de Pernambuco – SINDUSCON/PE, na Associação das Empresas do Mercado Imobiliário de Pernambuco – ADEMI/PE e no grupo denominado Comunidade BIM-PE que tem o objetivo difundir e trocar experiência sobre o BIM contribuindo a evolução dessa metodologia no estado de Pernambuco. Essa investigação foi feita através da aplicação do formulário *online* que está apresentado no Apêndice A que teve o objetivo de identificar empresas que já tivessem alguma iniciativa BIM, para posteriormente fazer os estudos de caso.

Portanto neste trabalho foram realizados estudos de caso, onde a coleta dos dados foi realizada através de entrevistas ao responsável pela implantação de BIM em cada empresa do estudo de caso. O entrevistado respondeu a um questionário semiestruturado, cujo modelo pode ser encontrado no Apêndice B, com questionamentos abertos admitindo respostas com informações não previstas pelo pesquisador e com questionamentos fechados, com o objetivo de corroborar com a formulação dos indicadores (RODRIGUES, 2007).

As informações do questionário, Apêndice B, em sua maioria estão de acordo com as referências do item 4.3 deste trabalho que trata das premissas para implantação de BIM. A partir das premissas elencadas fundamentou-se o questionário para que fosse feita a coleta de dados em empresas que utilizam o BIM, com a finalidade de caracterizar e avaliar essas empresas com relação ao processo de implantação de BIM na região estudada, verificando se o processo aconteceu ou está acontecendo de acordo com as premissas para implantação estabelecidas no referencial teórico e comparando processo de implantação nas empresas estudadas, a empresa com a maior quantidade de premissas implantadas foi utilizada como referencial para avaliar as demais empresas.

4.3 Coleta de dados

4.3.1 Identificação da utilização de BIM através das entidades de classe

Para identificar as empresas da Região Metropolitana do Recife que estavam utilizando o BIM, foi feito o contato com a diretoria do SINAENCO/PE que representa 35 empresas de consultoria e elaboração de projetos. A diretoria através do membro, responsável pela área de arquitetura, informou que havia apenas iniciativas singulares das empresas em relação ao BIM e que a discussão sobre BIM nesse sindicato ainda era apenas em nível nacional.

Fez-se contato também com o SINDUSCON/PE que representa 185 empresas da indústria da construção civil em Pernambuco. Na ocasião, a assessoria do Diretor de Ciência e Tecnologia, responsável também pelo movimento sustentável, informou que esse sindicato estava realizando algumas iniciativas em BIM, pois estavam proporcionando um curso para os seus associados, em novembro de 2016, sobre a implantação de BIM e já haviam organizado um seminário BIM em junho de 2016, porém não foram identificadas empresas nesse sindicato que estivessem utilizando o BIM nem tampouco um grupo dentro do sindicato que estivesse focado em desenvolver o BIM. Os eventos realizados abordado esse assunto foram promovidas pelo movimento vida sustentável, onde o foco é apenas divulgação de práticas de eficiência energética e construção sustentável.

Já na ADEMI/PE que representa 105 empresas do mercado imobiliário de Pernambuco, foram consultados, especificamente, os membros do Comitê de Tecnologia e Custos (CTC). Em vinte contatos feitos, obtiveram-se onze respostas ao formulário *online* do Apêndice A, das onze empresas respondentes sete não haviam feito nenhum projeto em BIM, uma empresa já havia feito a tentativa de implantação, que não foi bem sucedida, as demais estavam formando equipe para iniciar o processo de implantação.

A Comunidade BIM-PE, que contém 120 membros entre eles integrantes de empresas de projetos, de construção e de consultoria, apresentou vinte

respostas ao formulário *online* do Apêndice A, dentre elas, quinze empresas foram identificadas utilizando o BIM. Após identificar empresas que utilizam o BIM.

Foram selecionadas, dentre as respondentes para realizar o estudo de caso, empresas que apresentaram experiências com o BIM, de maneira que representassem as áreas Arquitetura Engenharia e Construção, selecionando os respondentes que demonstraram maior avanço com a implantação da metodologia para cada uma dessas áreas.

4.3.2 Avaliação da utilização do BIM pelas construtoras e pelos escritórios de projeto

Para a coleta dos dados, a serem analisados no estudo de caso, foram realizadas entrevistas com as empresas selecionadas, momento em que foi aplicado o questionário que está disponível no Apêndice B formulado com base no referencial teórico presente nos capítulos 2, 3 e 4, tendo como item principal a fundamentação do item 3.3 deste trabalho, item do Capítulo 3 que é dedicado ao detalhamento de cada uma das premissas necessárias para a implantação de BIM.

O questionário produzido pela autora deste trabalho tem a pretensão de caracterizar a empresa e o respondente, caracterizar o empreendimento, que foi considerado o projeto piloto, analisar a utilização do BIM na empresa, averiguar de quem partiu a decisão para implantação de BIM na empresa e se a diretoria participa da implantação, e por fim constatar o nível de atendimento as premissas de implantação de BIM.

Para a caracterização das empresas foi levado em consideração o tipo da empresa, uma vez que o foco do trabalho é avaliar escritórios de projetos e construtoras, foi, portanto, necessária essa indagação sobre qual a área de atuação da empresa, o tempo de existência, a quantidade de projetos entregue. A avaliação do entrevistado foi necessária para detectar se o

respondente detém do conhecimento necessário sobre a implantação e verificar se ele está à frente dessa ação.

O empreendimento é caracterizado de maneira que sejam detectadas informações que identifiquem o grau de dificuldade do projeto piloto escolhido, por isso é considerado o segmento do empreendimento, a quantidade de pavimentos, a existências de pavimentos tipo, ou no caso de empreendimentos do segmento residencial a quantidade de apartamentos por pavimento.

A utilização do BIM pela empresa é classificada como um item essencial para que a empresa faça parte dos estudos de caso desse trabalho, por isso é analisada a demanda por projetos em BIM e a entrega de projetos em BIM pela empresa entrevistada. É importante verificar também se no processo de implantação há participação da alta gerência, pois como corroboram Eastman et al. (2010), CICRP (2010), USACE (2011) e AsBEA (2013) o envolvimento da alta gerência é crítico durante todo processo de implantação, estando o sucesso da implantação diretamente ligado com o empenho dos gerentes seniores.

Ao analisar o processo de implantação de BIM, têm-se ações que devem ser obrigatoriamente realizadas e ações que apesar de não obrigatórios são interessantes para a implantação. Essas ações foram assumidas nesse trabalho como premissas. Por isso após a realização dessas análises iniciais o questionário prevê também a análise das premissas para implantação de BIM, para tal foram elaboradas perguntas diretas sobre as premissas para implantação, com a finalidade de verificar o atendimento as premissas e perguntas abertas para examinar o procedimento para a implantação da premissa.

As questões fechadas possibilitam simplificar a compreensão das perguntas e a organização das respostas, além de conferir praticidade ao questionário, em compensação, as questões abertas, favorecem a liberdade de

expressão do ponto de vista do respondente e a oportunidade do respondente de abordar temas não previstos pelo no questionário.

Neste trabalho foram realizadas entrevistas em cinco empresas, sendo duas construtoras, dois escritórios de projetos de instalações e um escritório de projetos de arquitetura. Foram selecionadas cinco empresas, da Região Metropolitana de Recife que já utilizaram o BIM e que estão em processo de implantação. Essas empresas foram selecionadas de acordo com as respostas do formulário *online*, as quais foram entrevistadas e tiveram suas premissas para implantação analisadas. Devido ao desenvolvimento do BIM em Pernambuco ser incipiente, não havendo casos de estudo no estágio 3.0, para análise e calibração dos resultados, as empresas foram comparadas em relação à empresa que apresentou uma maior quantidade de atendimento as premissas para implantação.

4.4 Análise dos resultados

Para que seja possível relacionar o atendimento das premissas com a implantação de BIM é apropriado estabelecer informações que indicam a situação da implantação da empresa.

Portanto no presente trabalho é relevante determinar o nível de desempenho do processo de implantação de BIM, para isso foram identificados o percentual de premissas utilizadas entre as premissas previamente especificadas e as premissas que se mantiveram em execução na empresa. Além disso, foi verificado o estágio da implantação em que se encontra a empresa de cada estudo de caso.

Conforme apreciação do questionário aplicado foi possível identificar a empresa com maior percentual premissas atendidas e sua evolução no processo de implantação. Observou-se que a empresa com melhor desenvolvimento do processo de implantação atendeu a todas as premissas, ainda que algumas premissas tenham sido atendidas

parcialmente, além de atender a todas as premissas, a empresa continua mantendo essas premissas ativas desde o início do processo de implantação.

Com a comprovação da importância das premissas para o processo de implantação, a empresa com melhor desenvolvimento foi utilizada como parâmetro para avaliar as demais empresas de modo comparativo.

Dessa maneira para efetuação de análise e calibração dos resultados, foram, inicialmente, avaliadas as respostas do formulário *online*, e verificado o cenário atual de utilização do BIM na Região metropolitana do Recife, após essa análise, foram selecionadas as empresas, realizado a aplicação dos questionários e por fim feita a análise dos questionários aplicados nas empresas do estudo de caso. Utilizou-se a empresa com melhor resultado de implantação foi como parâmetro de avaliação para as demais empresas, que foram comparadas com empresa. Para fins de comparação utilizou-se o atendimento a cada premissa e a continuidade dada a cada premissa dentro da empresa. Verificou-se ainda o estágio em que se encontra cada empresa de acordo com os estágios estabelecidos por Tobin (2008).

A apresentação dos resultados, verificação do atendimento as premissas, assim como definição do estágio de implantação de cada empresa e análise comparativa entre as empresas serão relacionadas no próximo capítulo.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Pesquisa de aplicação do BIM nas entidades setoriais

A aplicação do formulário e as entrevistas com as cinco empresas produziram resultados que são apresentados e analisados neste capítulo.

Com relação à investigação realizada nas entidades setoriais do SINAENCO, SINDUSCON, ADEMI, e da Comunidade BIM, o Quadro 8 apresenta um resumo dos resultados obtidos.

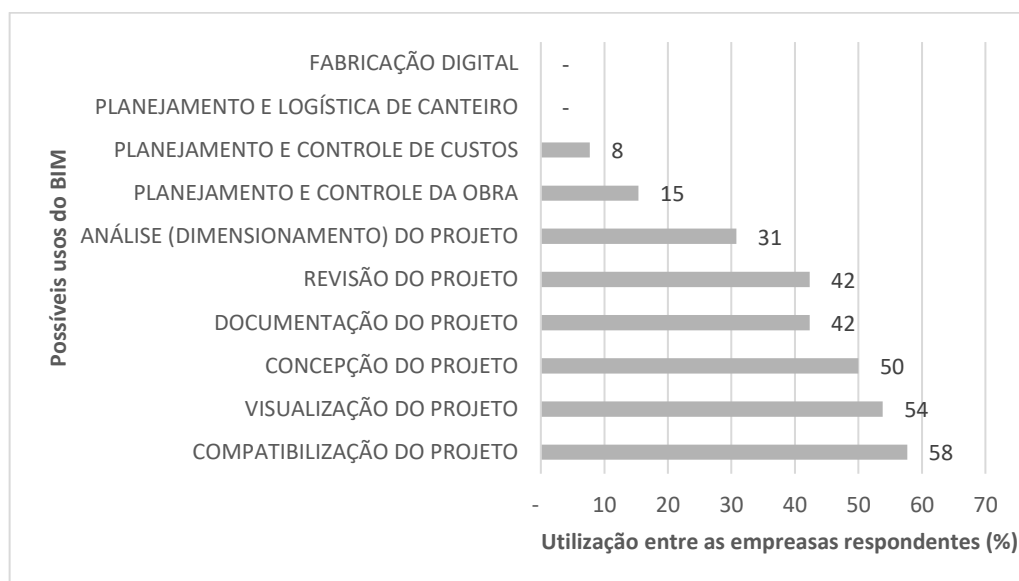
Quadro 8 - Respostas das entidades setoriais

Entidade	Quantidade de representados	Quantidade de respostas	Quantidade de empresas com projetos em BIM
SINAENCO	35 empresas	0	0
SINDUSCON	185 empresas	0	0
ADEMI	105 empresas	11	4
Comunidade BIM	120 integrantes	20	15

Fonte: Elaborado pela autora, (2017)

Conforme aponta o Quadro 8, 19 empresas ou profissionais liberais da comunidade BIM, que utilizam o BIM em seus projetos, porém ao analisar cada resposta individual foi verificado que apesar de responder afirmando que fazem a utilização do BIM, os softwares utilizados pelas empresas não caracterizam essa utilização.

As entidades SINAENCO E SINDUSCON, não responderam o formulário online, pois não apresentaram iniciativas em BIM. Ao analisar as respostas do formulário *online*, que foi respondido por membros do CTC da ADEMI e pela Comunidade BIM, observou-se que a maioria dos usos BIM em aplicação nas 31 empresas respondentes do formulário *online*, são o de compatibilização, concepção e visualização do projeto como mostra o Gráfico 01.

Gráfico 1 - Principais usos BIM na Região Metropolitana do Recife

Fonte: Elaborado pela autora, (2017)

Através da análise das respostas do formulário *online* constatou-se que a utilização do BIM, na Região Metropolitana do Recife, ainda está caminhando para maturidade do estágio BIM 1.0 conforme classificação de Tobim (2008).

Nesse estágio os modelos gerados são uni disciplinares e usados principalmente para automatizar geração e coordenação de documentação 2D e visualização 3D, pois entre os diversos usos BIM, o uso para compatibilização e visualização é superior ao uso para concepção do projeto, indicando que os projetos são elaborados em softwares 2D e posteriormente modelados em softwares BIM para proporcionar os usos de compatibilização e visualização do modelo.

Dentre as empresas respondentes ao formulário foram realizadas entrevistas em uma empresa de Arquitetura, duas empresas de Engenharia e duas empresas de Construção. Foram selecionadas empresas de todas as áreas, de modo que conseguisse caracterizar a implantação na AEC. Apenas essas empresas foram selecionadas, pois entre as empresas respondentes, essas demonstraram maior experiência com a implantação de BIM, devido

à quantidade de projetos utilizando BIM e aos softwares utilizados na empresa.

Cada uma das empresas selecionadas para aplicação do questionário e coleta de dados foi denominada através da letra correspondente a sua área, como 'A' para arquitetura, 'E' para engenharia e 'C' para construção. Os números foram utilizados para diferenciar duas empresas da mesma área como Construtora 'C1' e Construtora 'C2'. Como é observado no Quadro 9, com a caracterização das empresas.

Quadro 9 - Caracterização das empresas

Caracterização	Empresas				
	A1	E1	E2	C1	C2
Sede	Recife	Recife	Recife	Recife	Camaragibe
Área de atuação	Arquitetura	Instalações	Instalações	Construção	Construção
Tempo de existência	25 anos	15 anos	10 anos	35 anos	7 anos
Número de projetos entregues	80	450	300	180	00
Demanda externa de projetos em BIM	00	04	01	00	00
Projetos que utilizaram software BIM	04	06	01	01	01
Projetos entregues em BIM	00	04	00	00	00

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Nesse quadro é possível verificar que todas as empresas são da RMR, com tempo de existência variando entre 07 e 35 anos, verifica-se também que as duas empresas de engenharia, com área de atuação em instalações, foram as únicas com demanda externa, de clientes, para projetos em BIM.

O Quadro 10 mostra as características do empreendimento, das empresas estudadas entre elas o segmento, a quantidade de pavimentos, e a quantidade de unidades por pavimento. Destaca-se também que o contrato final foi de projetos em BIM apenas para a empresa E1 as demais foram de projetos em 2D.

Quadro 10 - Caracterização dos empreendimentos

Caracterização	Empreendimento piloto das empresas				
	A1	E1	E2	C1	C2
Segmento	Residencial	Comercial	Religioso	Residencial	Comercial
Quantidade de pavimentos	04	04	02	25	02
Unidades por pavimento	04	-	-	04	
Contrato final	2D - CAD	3D - BIM	2D - CAD	2D - CAD	2D - CAD

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Nos tópicos que seguem todas as empresas dos estudos de caso e seus respectivos empreendimentos piloto foram, com as características apresentadas nos Quadros 9 e 10, detalhados individualmente, incluindo apresentação dos resultados e análise individual dos resultados; além de análise comparativa entre as empresas.

5.2 Empresa A1

5.2.1 Caracterização da empresa

A empresa atua na área de elaboração de projetos de arquitetura e instalações prediais, além de execução e fiscalização de obras, incluindo obras de infraestrutura.

Ao iniciar a utilização de BIM, a empresa decidiu implantar primeiramente na área de elaboração de projetos de arquitetura e ainda não evoluiu para implantação das demais áreas da empresa. Com 25 anos de existência, ela adotou a utilização do BIM desde o ano de 2010, nesse momento as licenças do Revit foram adquiridas com o representante da Autodesk, devido à facilidade de negociação, visto que os softwares utilizados anteriormente na empresa já pertenciam a Autodesk.

5.2.2 Caracterização do empreendimento do projeto piloto

O empreendimento analisado, no qual a empresa iniciou a sua implantação de BIM, corresponde a um conjunto habitacional de 06 torres, cada torre com 04 pavimentos e 04 unidades por pavimento.

Com relação aos projetos de arquitetura, tem-se que a planta tipo se repete em todos os 04 pavimentos; além disso, todas as 06 torres também são iguais, possibilitando assim o reaproveitamento dos projetos elaborados.

Esse reaproveitamento dos projetos elaborados e a possibilidade de conclusão em um menor prazo foram justamente os motivos que justificaram a escolha desse projeto para implantação de BIM na empresa, visto que o prazo de entrega era muito breve necessitando assim de mecanismos que provocasse uma aceleração na elaboração do projeto, de modo que atendesse ao prazo estabelecido.

5.2.3 Resultados do questionário

A empresa A1 apresentou um resultado de 60% com relação ao atendimento das premissas para implantação de BIM. Os itens 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 do questionário obtiveram os seguintes percentuais de atendimento as premissas 0, 0, 8,33%, 8,33%, 8,33%, 4,17%, 6,25%, 8,33%, 8,33%, 0, 8,33% e 0 respectivamente, totalizando 60%. Como exibido no Quadro 11.

Quadro 11 - Resultados da empresa A1

RESULTADOS EMPRESA A1				
	TOTAL POSSÍVEL		TOTAL EMPRESA	
1 MÉTRICAS (12)	100%	8,33%	0%	0,00%
Desempenho	14,3%		0,0%	
Qualidade	14,3%		0,0%	
Relacionamento com o cliente	14,3%		0,0%	
Escopo	14,3%		0,0%	
Custos	14,3%		0,0%	
Contratos	14,3%		0,0%	
Prazos	14,3%		0,0%	
2 METAS (14)	100%	8,33%	0%	0,00%
Desempenho	14,3%		0,0%	
Qualidade	14,3%		0,0%	
Relacionamento com o cliente	14,3%		0,0%	
Escopo	14,3%		0,0%	
Custos	14,3%		0,0%	
Contratos	14,3%		0,0%	
Prazos	14,3%		0,0%	
3 PLANO DE IMPLANTAÇÃO (16)	100%	8,33%	100%	8,33%
Objetivos	20%		20,0%	
Metodologia de Implantação	20%		20,0%	
Planejamento da Infraestrutura	20%		20,0%	
Planejamento de Recursos Humanos	20%		20,0%	
Prazos	20%		20,0%	
4 USOS DO BIM PROJETOS (18)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 2	100%		100,0%	
Não 1	0%			
5 DEFINIÇÃO DA EQUIPE (20)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
6 REESTRUTURAÇÃO (24)	100%	8,33%	50%	4,17%
Software	25%		25,0%	
Hardware	25%		25,0%	
Rede Interna / Servidor	25%		0,0%	
Rede Externa (Internet)	25%		0,0%	
7 TREINAMENTO (26)	100%	8,33%	75%	6,25%
Conteúdo do Treinamento	25%		25,0%	
Organização das Aulas	25%		25,0%	
Documentação	25%		25,0%	
Reciclagem de Conhecimento	25%		0,0%	
8 SUPORTE (27)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
9 FLUXO DE TRABALHO (29)	100%	8,33%	0%	0,00%
Sim 1	100%		0,0%	
Não 2	0%			
10 PADRÕES INTERNOS (31)	100%	8,33%	100%	8,33%
Bibliotecas	25%		25,0%	
Templates	25%		25,0%	
Nomenclatura	25%		25,0%	
Estruturação de Pastas	25%		25,0%	
11 IMPLANTAR PROJETO PILOTO	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
12 CHECAR/REVISAR O PLANO	100%	8,33%	0%	0,00%
Sim 1	100%		0,0%	
Não 2	0%			
	TOTAIS	100%		60,42%

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

5.2.4 Análise dos resultados da empresa A1

A empresa A1 decidiu iniciar a implantação de BIM com o objetivo de diminuir o prazo de entrega especificamente do projeto escolhido como piloto. Porém essa decisão foi tomada internamente apenas para atender ao prazo solicitado pelo cliente, por isso a empresa decidiu utilizar essa metodologia, embora o cliente não tivesse demandando a execução do projeto em BIM.

A empresa obteve sucesso na redução de prazo desejada, porém o processo de implantação ficou estagnado. Por se tratar de um escritório de projetos, a empresa elabora, além de projetos de arquitetura, projetos de engenharia como os projetos de instalações prediais, porém desde o início da implantação a empresa utiliza o BIM apenas na elaboração dos projetos de arquitetura e após essa etapa a empresa dá continuidade ao processo de elaboração de projetos de instalações em *softwares* 2D.

A seguir, busca-se analisar a aplicação de cada uma das premissas listadas como essenciais para a implantação de BIM.

a) Definir métricas e metas

Com a análise do resultado observa-se que a empresa não definiu métricas, nem tampouco metas para a implantação de BIM.

b) Desenvolver um plano de implantação

O plano de implantação, nesta empresa, teve como principal objetivo oferecer uma reposta mais rápida ao cliente, visto que a empresa trabalha normalmente com prazos curtos para desenvolvimento de projetos, pois o seu nicho é o setor público. A metodologia para a implantação previu o desenvolvimento de um projeto piloto onde ao final desse projeto a metodologia estaria implantada. Porém, antes de iniciar o projeto piloto, a empresa fez o planejamento de compra de licenças de software e das compras de *hardwares*, além de montar uma equipe compostas por dois

arquitetos e cinco estagiários. A empresa estabeleceu o prazo para implantação correspondente ao prazo de entrega do produto estabelecido pelo cliente, que foi de três meses, embora tenha conseguindo entregar o produto em um mês, a empresa não avançou com o processo de implantação, pois apenas utiliza o BIM para elaborar os projetos de arquitetura e fazer orçamentos, com a utilização da extração automática de quantitativos.

Apesar do prazo para implantação ter sido associado ao prazo de entrega do projeto piloto, é necessário observar que essa prática não é adequada, pois a implantação de BIM em uma empresa exige um planejamento, aliado a um monitoramento que deve perdurar por todo o projeto e continuar nos próximos projetos, que devem aprimorar os processos já implantados.

Cabe considerar que um projeto elaborado com ferramenta BIM não significa que a empresa tenha implantado a metodologia, as mudanças devem ser integradas nas áreas de políticas, tecnologias e de processos.

c) Definir quais serão os usos do BIM na empresa

Embora a empresa A1 tenha definido que faria diversos usos do BIM, como concepção, documentação, compatibilização e revisão de projetos, análise de eficiência energética, avaliação dos critérios de sustentabilidade, análises de engenharia, e extração de quantitativos, mas no projeto piloto e nos demais projetos que fizeram a utilização do BIM na empresa A1, apenas foram feitos os usos de concepção, documentação e revisão de projetos de arquitetura.

No momento a empresa está iniciando um processo de modelagem de um projeto já elaborado, para fazer compatibilização, utilizando outras disciplinas além da arquitetura, ficando os demais usos apenas na intenção de fazê-los, porém sem nenhuma evidência da aplicação desses usos.

d) Definir uma equipe para implantar BIM e definir o suporte para implantação

A definição da equipe juntamente com a da definição de papéis e funções, foram realizadas seguindo as orientações das premissas, pois na equipe composta por dois arquitetos e cinco estagiários de arquitetura, foi definido um arquiteto e dois estagiários responsáveis por desenvolver famílias, e os demais responsáveis por desenvolver os projetos e o arquiteto responsável pelo desenvolvimento de projetos também foi definido como coordenador geral do modelo. Sendo assim, as atividades foram bem distribuídas e não foram acumuladas para um único integrante da equipe, o coordenador da equipe também desempenhou a função de suporte gerencial.

O infortúnio para empresa foi que a equipe não permaneceu na implantação de BIM e atualmente a equipe é composta apenas por um arquiteto e um estagiário que desenvolvem as atividades de implantação de BIM.

e) Reestruturar os recursos de informática

Para reestruturação dos recursos de informática, tem-se que as licenças do Revit foram adquiridas de juntamente com as licenças do AutoCAD, por isso a empresa tem, desde 2010, nove licenças, os *hardwares* estão compatíveis com as demandas dos softwares. Porém, os itens de servidor e de internet (rede externa) não haviam sido reestruturados, pois durante a entrevista foi afirmado que a empresa ainda não faz a troca de informações utilizando o servidor, nem o desenvolvimento de projetos utilizando internet.

f) Definir os padrões internos

Na definição de padrões internos houve o aproveitamento do método de organização dos arquivos, enquanto que bibliotecas e *templates* foram definidas através da equipe inicial. Além disso, o arquiteto coordenador da implantação está definindo a nomenclatura de acordo com a norma NBR 15965 – 1 ABNT (2011). Dessa maneira, observou-se que a definição de padrões internos é uma das premissas que continuou em prática.

g) Realizar treinamentos

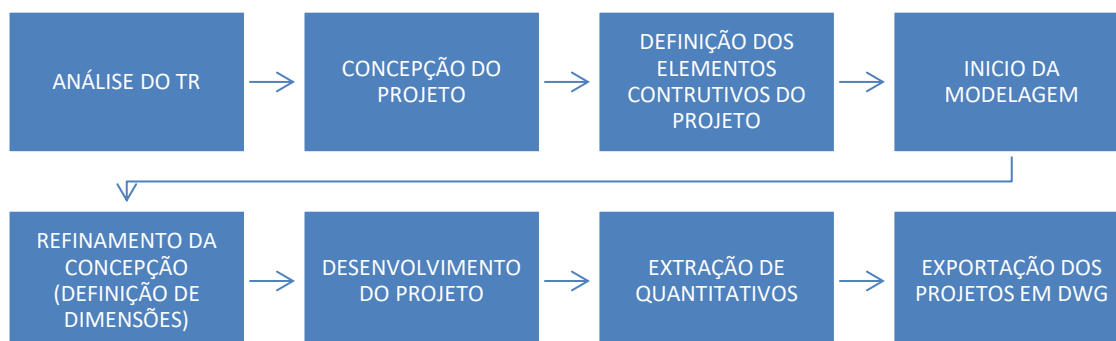
Os treinamentos realizados tiveram o foco voltado para o desenvolvimento de projetos de arquitetura. O tema modelagem da informação da construção não foi abordado no treinamento, que priorizou conhecer a ferramenta utilizada para projetos de arquitetura, nesse caso o REVIT, deixando a explanação do tema para ser introduzida à equipe como uma responsabilidade do coordenador da implantação.

Analizando ainda o tópico de realização de treinamentos, observa-se que além da limitação do conteúdo para o treinamento, a reciclagem, uma etapa importante, não foi prevista no processo de implantação da empresa, apenas o coordenador da implantação continua a fazer reciclagem, porém por sua própria iniciativa, não há apoio da empresa.

h) Definir um fluxo de trabalho BIM

O fluxo de trabalho definindo não apresenta nenhuma característica que seja específica de um trabalho com modelagem de informação da construção, observou-se que este fluxo é comum ao desenvolvimento tradicional de projetos, retratando qualquer trabalho de elaboração de projeto na empresa, independentemente de ser com ou sem modelagem de informação da construção, como mostra a Figura 18.

Figura 18 - Fluxo de trabalho BIM da empresa A1



Fonte: Elaborada pela autora (2017)

Como a área de atuação da empresa está voltada ao atendimento de projetos para o setor público tem-se como uma de suas etapas, para

elaboração de projetos, a análise do Termo de Referência (TR), documento que descreve as especificações do projeto em contratações públicas, e a descrição das demais atividades não identificam o fluxo de trabalho como um fluxo de trabalho BIM. Por essa razão, a premissa não foi considerada como implantada no quadro de resultados.

i) Implantar um projeto piloto

A empresa A1 utilizou como piloto o projeto para construção de um conjunto habitacional, um projeto típico da empresa, pois como recomendando por NATSPEC (2014), o projeto piloto deve ter um grau de dificuldade similar ou inferior aos principais projetos habitualmente elaborados pela empresa, facilitando assim a implantação.

A elaboração do projeto em BIM permitiu o rápido desenvolvimento e a alteração do projeto, principalmente por se tratar de um projeto com características muito semelhante em todos os pavimentos e em todas as unidades, podendo assim um único projeto ser reaproveitado diversas vezes.

j) Monitorar a implantação e revisar o plano de implantação

O responsável pela implantação na empresa afirmou que não é feito o monitoramento da implantação. Na análise do item “a) DEFINIR MÉTRICAS E METAS” é possível verificar que a empresa não desenvolveu métricas nem tampouco metas que são as premissas que devem ser implantadas para auxiliar o monitoramento e controle da implantação.

Outro fato que indica a falta de monitoramento e controle e a revisão do plano de implantação é que após mais de sete anos de implantação, a empresa, que em seu portfólio apresenta a elaboração de projetos de instalações, continua utilizando o BIM apenas na arquitetura e no momento de desenvolver os projetos de instalações e os demais projetos de engenharia a empresa faz a exportação do arquivo em DWG e continua o processo de elaboração em 2D.

5.3 Empresa E1

5.3.1 Caracterização da empresa entrevistada

A empresa atua na área de elaboração de projetos de instalações, incluindo sistemas eletrônicos e elétrica, hidrossanitária e combate a incêndio, há 15 anos e adotou a utilização do BIM nos últimos 05 anos, quando passou a utilizar o *software* Revit Architecture e Revit MEP, *softwares* da Autodesk que posteriormente se fundiram, juntamente com o Revit Structure, e compõe o Revit, que é o *software* utilizado pela empresa hoje.

5.3.2 Caracterização do empreendimento do projeto piloto

O empreendimento analisado, no qual a empresa iniciou efetivamente a sua implantação de BIM, corresponde a um edifício comercial com 04 pavimentos caracterizados por uma planta de arquitetura diferente em cada pavimento, ou seja, não há a existência de um pavimento tipo e consequentemente os projetos de instalação não podem ser reaproveitados em mais de um pavimento, cada pavimento tem seu próprio projeto. O empreendimento tem aproximadamente 157.270 m² de área construída.

Apesar de anteriormente a elaboração desse projeto a empresa E1 já tivesse realizado trabalhos na empresa outros trabalhos utilizando BIM o empreendimento caracterizado foi considerado o piloto pela empresa, pois nele houve as demandas por elaboração e compatibilização, por parte do cliente.

5.3.3 Resultados do questionário

A empresa E1 apresentou um resultado de 90% com relação ao atendimento das premissas para implantação após aplicação do questionário. Pois para os itens 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 do questionário foram observados os seguintes percentuais 7,14%, 1,19%,

8,33%, 8,33% 8,33%, 6,25%, 8,33%, 8,33%, 8,33%, 8,33%, 8,33% e 8,33% respectivamente, totalizando 90%. Como exibido no Quadro 12.

Quadro 12 - Resultados da empresa E1

RESULTADOS EMPRESA E1				
	TOTAL POSSÍVEL		TOTAL EMPRESA	
1 MÉTRICAS (12)	100%	8,33%	86%	7,14%
Desempenho	14,3%		14,3%	
Qualidade	14,3%		14,3%	
Relacionamento com o cliente	14,3%		14,3%	
Escopo	14,3%		0,0%	
Custos	14,3%		14,3%	
Contratos	14,3%		14,3%	
Prazos	14,3%		14,3%	
2 METAS (14)	100%	8,33%	14%	1,19%
Desempenho	14,3%		0,0%	
Qualidade	14,3%		14,3%	
Relacionamento com o cliente	14,3%		0,0%	
Escopo	14,3%		0,0%	
Custos	14,3%		0,0%	
Contratos	14,3%		0,0%	
Prazos	14,3%		0,0%	
3 PLANO DE IMPLANTAÇÃO (16)	100%	8,33%	100%	8,33%
Objetivos	20%		20,0%	
Metodologia de Implantação	20%		20,0%	
Planejamento da Infraestrutura	20%		20,0%	
Planejamento de Recursos Humanos	20%		20,0%	
Prazos	20%		20,0%	
4 USOS DO BIM PROJETOS (18)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 2	100%		100,0%	
Não 1	0%			
5 DEFINIÇÃO DA EQUIPE (20)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
6 REESTRUTURAÇÃO (24)	100%	8,33%	75%	6,25%
Software	25%		25,0%	
Hardware	25%		25,0%	
Rede Interna / Servidor	25%		25,0%	
Rede Externa (Internet)	25%		0,0%	
7 TREINAMENTO (26)	100%	8,33%	100%	8,33%
Conteúdo do Treinamento	25%		25,0%	
Organização das Aulas	25%		25,0%	
Documentação	25%		25,0%	
Reciclagem de Conhecimento	25%		25,0%	
8 SUPORTE (27)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
9 FLUXO DE TRABALHO (29)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
10 PADRÕES INTERNOS (31)	100%	8,33%	100%	8,33%
Bibliotecas	25%		25,0%	
Templates	25%		25,0%	
Nomenclatura	25%		25,0%	
Estruturação de Pastas	25%		25,0%	
11 IMPLANTAR PROJETO PILOTO	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
12 CHECAR/REVISAR O PLANO	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
	TOTAIS	100%	89,58%	

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

5.3.4 Análise dos resultados da empresa E1

Inicialmente, mesmo sem demanda para projetos em BIM, a empresa E1, que tinha sido contratada para compatibilizar projetos de instalações já executados em CAD 2D, optou por modelar todos os projetos em Revit para realizar a compatibilização e apresentar ao contratante o resultado da modelagem com a finalidade de despertar o interesse do cliente por projetos em BIM. A estratégia foi bem-sucedida, provocando no cliente necessidade de contratar os projetos em BIM.

A solicitação do desenvolvimento do projeto em BIM caracteriza o momento em que teve início o desenvolvimento do empreendimento analisado, que foi considerado o projeto piloto da Empresa E1 para a implantação de BIM. A análise dos resultados obtidos na Empresa E1 é discutida a seguir com relação às premissas utilizadas na empresa.

a) Definir métricas e metas

A análise dos resultados permite observar que a empresa E1 definiu 86% das métricas, pois algumas delas já haviam sido definidas no processo tradicional de desenvolvimento do projeto e foram aproveitadas no processo de implantação de BIM.

Apesar de ter 86% das métricas definidas apenas a meta para qualidade foi definida, totalizando 14% de atendimento a essa premissa.

A qualidade dos projetos na empresa E1 é medida através de uma proporcionalidade inversa em relação à quantidade, em porcentagem, de aditivos gerados durante a execução do projeto, ou seja, uma redução na porcentagem de aditivo garante que houve um aumento na qualidade dos projetos. Portanto para medir a qualidade é preciso observar o aumento ou a redução de aditivos na fase de execução das instalações.

De acordo com o responsável pela implantação de BIM, metas para prazo e custo, do desenvolvimento dos projetos em BIM, nesse primeiro momento de implantação não foram definidas, pois poderiam ser agentes desencorajadores, uma vez além da equipe BIM estar em um momento de aprendizagem que implica em uma baixa produtividade, a modelagem dos elementos de instalações em BIM tem um grau de complexidade muito elevado quando comparado com o processo em 2D, onde apenas uma linha representava toda a instalação.

Outra atividade que surge como um retardador do processo elaboração de um projeto ao utilizar modelagem da informação da construção é a prática de elaboração de seções transversais do projeto, também denominadas de “cortes”, que embora não seja uma atividade de grande dificuldade nos *softwares* BIM, é um procedimento adicional ao processo elaboração de projetos de instalações, que no projeto em 2D apresenta apenas a planta baixa, e por isso não havia essa atividade no fluxo de trabalho anterior ao BIM.

b) Desenvolver um plano de implantação

O plano de implantação cujos objetivos foram de aumentar a qualidade de projeto, agregando mais informações ao projeto; e facilitar o entendimento do projeto pela equipe de obra. Para tal foram feitos orçamentos para atualização dos recursos de informática, incluindo compra de licença e melhoramento dos *hardwares* e estabeleceu uma meta para que no final no ano de 2016 tivesse condições de desenvolver um projeto apenas com ferramentas BIM, no momento da entrevista, que ocorreu no primeiro semestre do ano de 2016, um projeto com essas características havia sido iniciado, porém não se obteve informações posteriores sobre o andamento desse projeto.

c) Definir quais serão os usos do BIM na empresa

Com relação aos usos do BIM na empresa, há um acontecimento intrigante, pois, a empresa definiu que faria diversos usos do BIM, porém a empresa

não está fazendo todos os usos de uma única vez. Ela está acrescentando um uso do BIM após ter vencido a curva de aprendizado do item anterior.

Antes de desenvolver o projeto atual, que é o primeiro projeto sob demanda para modelagem e compatibilização e também é considerado pela empresa o projeto piloto, a empresa já havia realizado a modelagem com a finalidade de compatibilização, mas por iniciativa própria, sem demanda. De acordo com NATSPEC, (2014) a evolução do projeto deve ser gradual, dessa maneira mesmo, sem o conhecimento do conceito a empresa está realizando a implantação da forma correta, pois começou com apenas um uso, evoluiu para dois usos e está envolvida em um projeto de menores dimensões, onde foi contratada para realizar tudo em BIM, incluindo análises e gerenciamento.

No empreendimento analisado, apesar de incluir o dimensionamento das instalações através de *softwares* BIM na definição dos usos do BIM, devido à complexidade do empreendimento e ao prazo de entrega dos projetos que era muito inferior à curva de aprendizagem de dimensionamento em *softwares* BIM a empresa não foi capaz de dimensionar o projeto piloto em *software* BIM, utilizou o Revit apenas para modelagem e compatibilização e fez o dimensionamento nos *softwares* PRO - Hidráulica e PRO-Elétrica que trabalham em duas dimensões. Atualmente a empresa está iniciando um projeto de menor complexidade e área construída no qual pretende utilizar o Revit também para o dimensionamento.

d) Definir uma equipe para implantar BIM e definir o suporte para implantação

Com relação às definições de papéis e funções o único ponto a ser destacado é que várias funções são acumuladas para o gerente BIM, inclusive a função de suporte gerencial, necessário para auxiliar a equipe nos processos de implantação. Entre as atividades acumuladas pelo gerente BIM estão desenvolvimento de bibliotecas, coordenação do modelo, controle de dados e customização estão com o gerente.

Há um técnico responsável pela modelagem compatibilizações e complementação para cada núcleo de projetos (sistemas eletrônicos e elétricos, hidrossanitária e combate a incêndio).

e) Reestruturar os recursos de informática

Para o item de reestruturação dos recursos de informática, observou-se que o item de internet (rede externa) não havia sido reestruturado, o entrevistado contra argumentou com relação à atualização de internet, pois afirmou que até o momento não foi verificada a necessidade da intervenção uma vez que a empresa ainda não faz o desenvolvimento de projetos *on-line*.

f) Definir os padrões internos

Na definição de padrões internos houve o aproveitamento de alguns padrões já definidos anteriormente no modelo tradicional como nomenclatura e método de organização dos arquivos. Além disso, foram definidos também padrões como bibliotecas, *templates* e manuais, porém o entrevistado ressaltou que esses itens são constantemente modificados e atualizados com a necessidade dos projetos.

Além da definição desses itens que foram previstos no questionário o responsável pela implantação de BIM na empresa acrescentou que a empresa desenvolveu também *worksheets*, que são roteiros de trabalho, como padrões internos.

g) Realizar treinamentos

Os treinamentos realizados condizem com aqueles previstos na premissa, pois toda a equipe fez um treinamento geral e os técnicos tiveram treinamentos específicos de acordo com o seu núcleo seja ele de sistemas eletrônicos e elétrica, hidrossanitária ou combate a incêndio.

A empresa se compromete ainda com a realização de treinamentos periódicos para reciclagem do conhecimento. Além de investir em especialização para equipe através de cursos de especialização como MBA.

h) Definir um fluxo de trabalho BIM

O fluxo de trabalho BIM indicado pela empresa está representado na Figura 19 abaixo.

Figura 19 - Fluxo de trabalho BIM da empresa E1



Fonte: Elaborada pela autora (2017)

i) Implantar um projeto piloto

Apesar da Empresa E1 considerar como projeto piloto apenas o projeto, que foi feito sob demanda, de elaboração e compatibilização em BIM, o que diz a literatura é que o projeto piloto é o projeto utilizado para pôr em prática a execução do plano de implantação, de um ou mais usos BIM na organização, a partir da decisão da diretoria de implantação da metodologia

Por isso desde o primeiro desenvolvimento em BIM, mesmo sem demanda, a Empresa E1 já estava realizando a implantação de um projeto piloto, porém iniciando apenas com o uso BIM denominado compatibilização. A partir da demanda para elaboração e compatibilização do projeto em BIM foi necessária a atualização do uso BIM no plano de implantação.

Dessa mesma maneira será necessário rever o plano de implantação para que ele se adeque ao novo uso da empresa, uma vez que a decisão da empresa para o novo projeto é realizar também o dimensionamento das instalações com *softwares* BIM.

O plano também deve ser revisto, pois conforme afirma NATSPEC (2014) ao definir o projeto piloto deve escolhido aquele em que a única curva de aprendizado seja o BIM e à medida que a situação for totalmente conhecida o projeto pode ser alterado aumentando o grau de dificuldade.

Nesse empreendimento, por ser uma demanda do cliente que fossem modelados com informação para construção, os projetos de arquitetura também já foram recebidos dessa maneira, por isso nesse empreendimento também foi necessária a comunicação e colaboração entre a empresa E1 e com a empresa responsável pela elaboração do projeto de arquitetura.

j) Monitorar a implantação e revisar o plano de implantação

A checagem do plano foi realizada com base nas metas estabelecidas para o projeto. Nesse projeto era estimada uma redução de 75% de aditivos no projeto na fase de execução, no entanto a redução foi 50%.

Por fim é notório que na Empresa E1, apesar de não ter sido atingida a meta, o processo continua em andamento e em evolução. Outro fato que comprova isso é que como o processo de implantação iniciou em 2013 nos primeiros projetos apenas alguns usos do BIM foram implantados, por isso a cada inserção de uso BIM na empresa é necessário revisar o plano de implantação. Uma estratégia importante para alcançar o sucesso da implantação (NATSPEC, 2014).

Nesta empresa é possível verificar que todas as premissas foram tratadas no processo de implantação, fato que configurou um processo de implantação adequado. Dado que as premissas proporcionaram a evolução do processo. Justificando o sucesso da implantação na Empresa E1.

5.4 Empresa E2

5.4.1 Caracterização da empresa entrevistada

A empresa E2 atua na área de elaboração de projetos de instalação predial a cerca de 10 anos, com mais de 300 projetos entregues, está em processo de implantação de BIM cuja meta para implantar a metodologia tinha o prazo até o final do ano de 2016. A empresa utiliza o *software* Revit, com o seu conjunto de sistemas de Arquitetura, Estruturas e Instalações, mecânicas, elétricas e hidráulicas.

A empresa trabalha apenas com dois sócios-funcionários fazendo o dimensionamento e análise dos projetos e para os desenhos faz a subcontratação dos serviços. O sócio respondente informou que a implantação de BIM ainda não modificou os procedimentos de trabalho da empresa, ou seja, os projetos continuam a ser elaborados pelos sócios-funcionários e os desenhos são subcontratados.

5.4.2 Caracterização do empreendimento do projeto piloto

O empreendimento analisado corresponde a um edifício de cunho religioso com 02 pavimentos, sem padronização entre a disposição dos pavimentos. Neste empreendimento foi iniciado a utilização de um *software* BIM com a finalidade de modelar, dimensionar e compatibilizar as instalações do empreendimento, porém devido ao grande investimento necessário para a utilização do BIM neste projeto, o que acarretaria uma elevação no preço e no prazo final do projeto, o cliente desistiu do modelo e os projetos em BIM foram suspensos, e contrato final estabeleceu que os projetos fossem desenvolvido no modelo tradicional CAD 2D.

Devido à decisão do cliente, de não investir no desenvolvimento em BIM do projeto contratado a empresa suspendeu a realização do projeto piloto.

5.4.3 Resultados do questionário

A empresa E2 apresentou um resultado de aproximadamente 54% com relação ao atendimento das premissas para implantação após aplicação o questionário.

Pois para os itens 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 do questionário apresentou-se os percentuais 0, 0, 8,33%, 8,33%, 8,33%, 6,25%, 8,33%, 8,33%, 0, 6,25%, 0 e 0 respectivamente totalizando 54%.

Importante observar que por cinco vezes o resultado parcial dos itens que compõem as premissas apresentou o resultado de 0. A apresentação desses resultados está disposta no Quadro 13.

Quadro 13 - Resultados da empresa E2

RESULTADOS EMPRESA E2				
	TOTAL POSSÍVEL		TOTAL EMPRESA	
1 MÉTRICAS (12)	100%	8,33%	0%	0,00%
Desempenho	14,3%		0,0%	
Qualidade	14,3%		0,0%	
Relacionamento com o cliente	14,3%		0,0%	
Escopo	14,3%		0,0%	
Custos	14,3%		0,0%	
Contratos	14,3%		0,0%	
Prazos	14,3%		0,0%	
2 METAS (14)	100%	8,33%	0%	0,00%
Desempenho	14,3%		0,0%	
Qualidade	14,3%		0,0%	
Relacionamento com o cliente	14,3%		0,0%	
Escopo	14,3%		0,0%	
Custos	14,3%		0,0%	
Contratos	14,3%		0,0%	
Prazos	14,3%		0,0%	
3 PLANO DE IMPLANTAÇÃO (16)	100%	8,33%	100%	8,33%
Objetivos	20%		20,0%	
Metodologia de Implantação	20%		20,0%	
Planejamento da Infraestrutura	20%		20,0%	
Planejamento de Recursos Humanos	20%		20,0%	
Prazos	20%		20,0%	
4 USOS DO BIM PROJETOS (18)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 2	100%		100,0%	
Não 1	0%			
5 DEFINIÇÃO DA EQUIPE (20)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
6 REESTRUTURAÇÃO (24)	100%	8,33%	75%	6,25%
Software	25%		25,0%	
Hardware	25%		25,0%	
Rede Interna / Servidor	25%		25,0%	
Rede Externa (Internet)	25%		0,0%	
7 TREINAMENTO (26)	100%	8,33%	100%	8,33%
Conteúdo do Treinamento	25%		25,0%	
Organização das Aulas	25%		25,0%	
Documentação	25%		25,0%	
Reciclagem de Conhecimento	25%		25,0%	
8 SUPORTE (27)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
9 FLUXO DE TRABALHO (29)	100%	8,33%	0%	0,00%
Sim 1	100%		0,0%	
Não 2	0%			
10 PADRÕES INTERNOS (31)	100%	8,33%	75%	6,25%
Bibliotecas	25%		25,0%	
Templates	25%		0,0%	
Nomenclatura	25%		25,0%	
Estruturação de Pastas	25%		25,0%	
11 IMPLANTAR PROJETO PILOTO	100%	8,33%	0%	0,00%
Sim 1	100%		0,0%	
Não 2	0%			
12 CHECAR/REVISAR O PLANO	100%	8,33%	0%	0,00%
Sim 1	100%		0,0%	
Não 2	0%			
TOTAIS	100%		54,2%	

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

5.4.4 Análise dos resultados da empresa E2

Para a empresa E2 a implantação foi iniciada com a primeira demanda em projetos BIM, porém o contratante desistiu do investimento no modelo e os projetos em BIM foram suspensos.

Contudo a empresa E2 ainda não desistiu da implantação, porém o ritmo está desacelerado devido à falta de demanda e a falta de arquivos já configurados para o desenvolvimento de projetos para instalações com modelagem da informação da construção, portanto a empresa vem desenvolvendo gradativamente seus próprios arquivos como bibliotecas e *templates*, além de estar fazendo treinamentos periódicos. Mas não está desenvolvendo nenhum projeto. Baseado nos dados obtidos com a aplicação do questionário na Empresa E2 pode-se observar que as premissas foram tratadas da seguinte forma:

a) Definir métricas e metas

Na empresa E2 não foram estabelecidas metas nem tampouco métricas. Premissas que especificam e que servem tanto para estabelecer as ações do plano de implantação, como para o monitoramento da implantação.

b) Desenvolver um plano de implantação

A empresa seguiu as mesmas orientações que foram recomendadas pela premissa de desenvolver um plano de implantação. Onde estabeleceu que o objetivo fosse a implantação e utilização de ferramenta BIM, com o prazo de execução até 2016, dessa forma nota-se que o objetivo do plano desenvolvido não estabelece o desenvolvimento dos processos e políticas, apenas de tecnologias.

Complementando o plano foram pesquisadas as necessidades de *software* e *hardware* e treinamentos para os funcionários, o plano prevê que toda a equipe seja contemplada com o treinamento.

c) Definir quais serão os usos do BIM na empresa

A empresa definiu a utilização do BIM para, concepção, documentação, visualização, compatibilização, revisão, análise de eficiência energética, avaliação de sustentabilidade, análises de engenharia, extração de quantitativos na empresa como um todo, porém não definiu quais os usos no projeto piloto.

d) Definir uma equipe para implantar BIM e definir o suporte para implantação

Devido ao quadro reduzido, os dois sócios-funcionários compõem a equipe BIM, onde as funções foram divididas entre eles. Com relação ao suporte gerencial esse fica na responsabilidade do respondente.

Muitas atribuições foram estabelecidas para apenas duas pessoas, porém é aceitável devido ao quadro reduzido da empresa.

e) Reestruturar os recursos de informática

Assim como a Empresa E1 para o item de reestruturação dos recursos de informática o responsável pela implantação argumentou com relação à atualização de internet (rede externa), pois afirmou que até o momento não foi verificada a necessidade da troca uma vez que ainda não há o desenvolvimento de projetos *on-line*.

Os demais itens foram reestruturados, o *software* escolhido foi o Revit e os *hardwares* foram atualizados de acordo com as orientações do representante do *software*, o servidor também foi reestruturado conforme as recomendações do representante do *software*.

De acordo com CICRP (2010), a reestruturação do servidor pode ser uma atividade reativa, ou seja, ela pode ser realizada apenas quando o servidor apresentar problemas no funcionamento, porém quando houver a orientação por parte do representante do *software* para atualização desse serviço é necessário realizar assim como fez a Empresa E2.

f) Definir os padrões internos

Para o resultado de definição dos padrões internos têm-se o resultado de 75% de atendimento, pois o *template* ainda não foi definido, essa atividade é muito importante para que seja iniciada a implantação.

Procedimentos como nomenclatura dos projetos e arquivamento foi mantida assim como na Empresa E1, visto que a empresa já apresentava esses procedimentos em seu processo de trabalho.

E a definição das bibliotecas está sendo realizada gradualmente, pois o respondente afirma que no mercado nacional faltam bibliotecas com as peças disponíveis para projetos de instalações prediais o que dificulta a implantação da ferramenta para elaboração de projetos na empresa.

g) Realizar treinamentos

Os treinamentos forma realizados com representante do *software*, e a reciclagem através de cursos e aprendizagem individual via fóruns na internet. Assim como o plano de implantação o treinamento foca apenas na implantação da ferramenta.

h) Definir um fluxo de trabalho BIM

Como não foi definido também nenhum fluxo de trabalho a pontuação para este item é de 0%.

i) Implantar um projeto piloto

Apesar de atingir um atendimento total de 54% das premissas a empresa E2 não iniciou a implantação de um projeto piloto. Empresa E2 aguarda uma nova demanda de BIM para poder iniciar um projeto piloto. Uma postura inadequada da empresa E2 e que não condiz com a situação de uma empresa que deseja implantar o BIM. Visto que o projeto piloto é um elemento fundamental para a implantação de BIM, que tem a finalidade de pôr em pratica as ações desenvolvidas no plano de implantação.

j) Monitorar a implantação e revisar o plano de implantação

Como não há a implantação de um projeto piloto, não é possível checar o modelo e com base nessas informações revisar o plano de implantação. Além disso, premissas como definir métricas e metas, que dão suporte para o desenvolvimento do plano de implantação e para o monitoramento, não foram abordadas na implantação.

Esta empresa atribui as dificuldades de implantação de BIM à falta de bibliotecas existente no mercado e por isso está desenvolvendo a sua biblioteca gradualmente. Porém durante a análise dos resultados apresentados na Empresa E2 foi possível averiguar que não foram realizadas todas as premissas, inclusive o projeto piloto que daria início a implantação foi suspenso antes de ser colocado em prática e a empresa não providenciou a escolha de um novo projeto, sendo ele com recursos próprios ou do contratante.

A empresa não pode admitir que uma premissa tão importante no processo de implantação fique dependente do investimento de um cliente. Para garantir a implantação na empresa é necessário que o projeto piloto seja executado, podendo, até mesmo, ser um projeto já entregue em 2D que agora venha ser modelado com ferramentas BIM.

5.5 Empresa C1

5.5.1 Caracterização da empresa entrevistada

Atuando na área de construção, a empresa constrói empreendimentos residenciais e comerciais, além de galpões industriais. Com 35 anos de existências a empresa C1 iniciou a implantação de BIM num empreendimento residencial onde contratou todos os projetos para a execução em BIM. Com relação às licenças de softwares BIM, a empresa conseguiu com o representante da Autodesk a liberação para teste do Revit

no período de 180 dias, pois já trabalhava com outros *softwares* da Autodesk.

Não empresa não houve demanda, externa para implantação da metodologia. A decisão da implantação foi interna com o objetivo de racionalizar os processos da construção.

5.5.2 Caracterização do empreendimento do projeto piloto

A empresa C1 utilizou como projeto piloto um empreendimento residencial, com duas torres de 25 pavimentos cada torre, sendo 23 pavimentos tipo e com quatro unidades por pavimento tipo; a área da projeção de cada torre de aproximadamente 300 m².

Em virtude de ser uma construtora a empresa contratou os projetos executivos de terceiros com o objetivo de fazer planejamento, compatibilização e controle de suprimentos, porém não teve sucesso. A implantação de BIM na empresa foi paralisada devido à baixa qualidade dos projetos contratados, que não foram considerados aptos a liberação para a execução na obra.

5.5.3 Resultados do questionário

A empresa C1 apresentou um resultado de aproximadamente 65% com relação ao atendimento das premissas para implantação após aplicação do questionário. Pois para os itens 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 do questionário foram observados os seguintes percentuais 1,19%, 1,19%, 8,33%, 8,33%, 8,33%, 6,25%, 6,25%, 8,33%, 8,33%, 0, 8,33% e 0% respectivamente, totalizando 65%. Como exibido no Quadro 14.

Quadro 14 - Resultados da empresa C1

RESULTADOS EMPRESA C1				
	TOTAL POSSÍVEL		TOTAL EMPRESA	
1 MÉTRICAS (12)	100%	8,33%	14%	1,19%
Desempenho	14,3%		0,0%	
Qualidade	14,3%		14,3%	
Relacionamento com o cliente	14,3%		0,0%	
Escopo	14,3%		0,0%	
Custos	14,3%		0,0%	
Contratos	14,3%		0,0%	
Prazos	14,3%		0,0%	
2 METAS (14)	100%	8,33%	14%	1,19%
Desempenho	14,3%		0,0%	
Qualidade	14,3%		14,3%	
Relacionamento com o cliente	14,3%		0,0%	
Escopo	14,3%		0,0%	
Custos	14,3%		0,0%	
Contratos	14,3%		0,0%	
Prazos	14,3%		0,0%	
3 PLANO DE IMPLANTAÇÃO (16)	100%	8,33%	100%	8,33%
Objetivos	20%		20,0%	
Metodologia de Implantação	20%		20,0%	
Planejamento da Infraestrutura	20%		20,0%	
Planejamento de Recursos Humanos	20%		20,0%	
Prazos	20%		20,0%	
4 USOS DO BIM PROJETOS (18)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 2	100%		100,0%	
Não 1	0%			
5 DEFINIÇÃO DA EQUIPE (20)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
6 REESTRUTURAÇÃO (24)	100%	8,33%	75%	6,25%
Software	25%		25,0%	
Hardware	25%		25,0%	
Rede Interna / Servidor	25%		25,0%	
Rede Externa (Internet)	25%		0,0%	
7 TREINAMENTO (26)	100%	8,33%	75%	6,25%
Conteúdo do Treinamento	25%		25,0%	
Organização das Aulas	25%		25,0%	
Documentação	25%		25,0%	
Reciclagem de Conhecimento	25%		0,0%	
8 SUPORTE (27)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
9 FLUXO DE TRABALHO (29)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
10 PADRÕES INTERNOS (31)	100%	8,33%	0%	0,00%
Bibliotecas	25%		0,0%	
Templates	25%		0,0%	
Nomenclatura	25%		0,0%	
Estruturação de Pastas	25%		0,0%	
11 IMPLANTAR PROJETO PILOTO	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
12 CHECAR/REVISAR O PLANO	100%	8,33%	0%	0,00%
Sim 1	100%		0,0%	
Não 2	0%			
	TOTAIS	100%	64,88%	

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

5.5.4 Análise dos resultados da empresa C1

Ao iniciar a implantação de BIM contratou todos os projetos para a execução do seu projeto piloto em BIM, por isso para o desenvolvimento do seu projeto procurou parceiros locais, da RMR, e parceiros em outros estados. Mesmo selecionando os parceiros de forma criteriosa a empresa não conseguiu dar continuidade na implantação de BIM com o projeto piloto, devido à qualidade dos projetos contratados.

Os projetos contratados não foram considerados, pela construtora, aptos para execução, e foram utilizados, em alguns casos, apenas para levantamento de quantitativos. Sendo necessária para a execução a contratação dos projetos em *softwares* 2D, prática habitual da construtora.

a) Definir métricas e metas

A construtora utilizou como meta para a implantação de BIM, apenas qualidade dos projetos contratados, pois para garantir a boa execução em obra, a construtora faz uma avaliação dos projetos contratados antes da liberação para execução, prática que já acontece na empresa quando há contratação de projetos em CAD-2D.

Como o processo de avaliação dos projetos contratados já ocorria na empresa C1 antes da implantação de BIM, a metodologia de avaliação foi aproveitada. Então os projetos foram avaliados através de um *check-list* elaborado pela empresa C1, a liberação dos projetos para execução fica condicionada a uma pontuação mínima que o projeto contratado deve atingir.

Ao contratar todos os projetos em BIM empresa C1 verificou que a maioria dos projetos para a execução não atingiram a pontuação mínima do *check-list* que permite a liberação para execução, e por isso não foi possível dar continuidade ao processo de implantação. Devido aos prazos de entrega do

empreendimento, considerado como projeto piloto, foi necessário seguir o seu desenvolvimento contratando projetos em CAD-2D.

Ao analisar este item é possível observar que a única meta estabelecida abrangeu apenas a avaliação da qualidade dos elementos contratados, mas não abordou os usos do BIM para a construção.

b) Desenvolver um plano de implantação

O objetivo do plano de implantação na empresa C1 foi implantar a metodologia BIM e com isso obter a racionalização do processo de construção. Para a implantação a empresa escolheu o *software*, e dez profissionais para capacitá-los, além disso, a empresa C1 verificou a capacidade dos computadores existentes na empresa para fazer a substituição daqueles necessários. A empresa estabeleceu também um prazo para a implantação de seis meses, que corresponde também ao tempo disponibilizado pelo representante do *software* para teste da ferramenta Revit.

c) Definir quais serão os usos do BIM na empresa

A empresa definiu como usos do BIM para implantar na empresa o planejamento da logística de canteiro, o planejamento e controle 4D, a coordenação 3D e a gestão de custos. Embora tenha definido esses usos a empresa não chegou a realizar nenhuma dessas atividades utilizando modelagem da informação da construção, apenas utilizou quantitativos extraídos automaticamente do modelo, mas os quantitativos finais foram extraídos do modelo contratado em 2D.

Com a qualidade mínima para os projetos não atingida, a empresa suspendeu a contratação desses projetos e contratou os projetos em *softwares* CAD 2D, e ainda está em busca de outros fornecedores de projetos com modelagem da informação da construção, que desenvolvam projetos que atendam aos seus requisitos mínimos de qualidade para dar

continuidade ao processo de implantação, fazendo os usos BIM para a construção.

d) Definir uma equipe para implantar BIM e definir o suporte para implantação

A empresa C1 definiu uma equipe com o coordenador e as dez pessoas capacitadas, porém com relação à definição de papéis e funções verificou-se que a equipe manteve o foco apenas em aferir a qualidade dos projetos contratados, enquanto o coordenador era responsável pela coordenação geral do modelo e o controle de dados dos projetos elaborados pelas empresas. Não foram definidas funções para equipe que apoiassem o desenvolvimento da metodologia na empresa, a equipe apenas analisou os projetos contratados.

e) Reestruturar os recursos de informática

Entre a empresa C1 e o representante do *software* BIM escolhido havia uma parceria anterior a implantação, devido a contratações anteriores de *softwares* 2D com o mesmo representante. Essa parceria proporcionou à empresa a concessão das licenças, do *software* Revit, por um período teste de seis meses antes que a empresas adquirisse as licenças.

Nenhum outro *software* além do Revit foi utilizado. Dessa maneira observasse que apesar de usos como planejamento 4D terem sido citados na definição de usos BIM, nenhum *software* com essa finalidade foi adquirido no processo de implantação, ainda que como teste.

Para o *hardware*, consultando a necessidade do *software* com o representante, verificou-se a capacidade das máquinas existentes e apenas duas foram trocadas, as demais atendiam as demandas, assim como o servidor e a internet que foram analisados e também atendiam as demandas, pois haviam sido reestruturados recentemente para outros fins.

f) Definir os padrões internos

A empresa não fez nenhuma definição para padrões internos.

g) Realizar treinamentos

Assim como na empresa A1 e E2 o treinamento da empresa C1 foi focado apenas no conhecimento da ferramenta escolhida, nesse caso o Revit, ou seja, não foi incluído no treinamento o conhecimento geral da metodologia BIM.

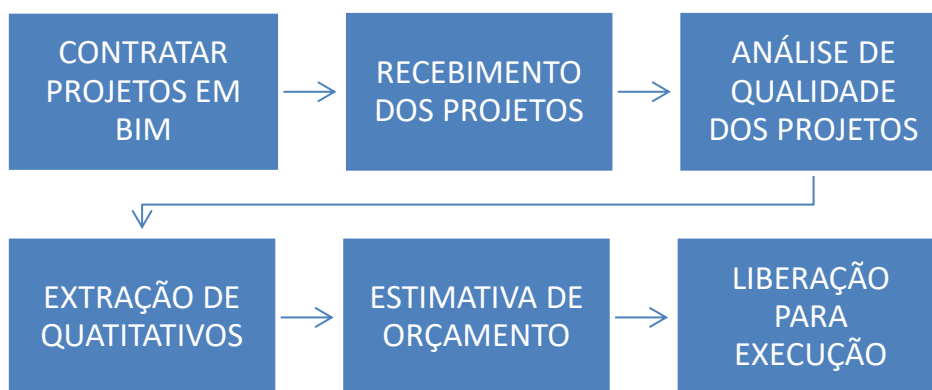
Como já foi destacado no item de “e)” Reestruturação dos recursos de informática, é possível observar que o treinamento assim como a aquisição não incluiu os outros *softwares* necessários para o trabalho de uma construtora, como *softwares* de planejamento e controle de obras.

Além disso, o treinamento realizado tinha aulas e conteúdo genérico, pois já estava pré formulado pelo representante do *software* e não sofreram adaptações objetivando o ensino dos processos mais importantes uma construtora, como levantamento de quantitativos, integração de projetos de diferentes disciplinas e verificação de interferências entre projetos. Com relação à reciclagem apesar de ter sido prevista, não vem sendo realizada desde a paralisação do desenvolvimento do projeto piloto.

h) Definir um fluxo de trabalho BIM

A empresa definiu um fluxo de trabalho que assim como a aquisição e o treinamento também não inclui atividades de planejamento e controle 4D como se pode observar na Figura 20, embora tenha sido definido o planejamento e controle 4D como um uso BIM a ser implantado na empresa.

Figura 20 - Fluxo de trabalho BIM da empresa C1



Fonte: Elaborada pela autora (2017)

Embora o fluxo de trabalho tenha sido definido da forma apresentada na Figura 19 o projeto piloto não foi liberado para a execução devido a não aprovação dos projetos contratados através do *check-list*, por isso as fases que ocorreram além da fase de análise da qualidade dos projetos como extração de quantitativos e estimativa de orçamentos tiveram que ser refeitas após a nova contratação de projetos em 2D, que foram os projetos efetivamente utilizados para a execução das obras.

i) Implantar um projeto piloto

O projeto piloto foi iniciado, porém não teve continuidade, pois ao encontrar dificuldades para a liberação dos projetos para execução o coordenador da implantação suspendeu a contratação dos projetos com modelagem de informação da construção e solicitou a contratação dos projetos em CAD 2D, pois o prazo para conclusão do empreendimento não permitia realizar os ajustes nos projetos contratados em BIM e o coordenador julgou que os ajustes nos projetos contratados em BIM levariam mais tempo para serem realizados que a elaboração dos projetos em 2D.

Após a suspensão do projeto piloto o coordenador não iniciou nenhum outro projeto em BIM, mas continua à procura de fornecedores de projetos em BIM para futuramente iniciar um novo projeto e dessa maneira dar continuidade ao processo de implantação, porém sem nenhum prazo definido para retomar a implantação.

j) Monitorar a implantação e revisar o plano de implantação

O processo de implantação não foi monitorado nem tampouco o plano revisado, pois o mesmo foi suspenso, sem data definida para retomada da implantação.

5.6 Empresa C2

5.6.1 Caracterização da empresa entrevistada

A empresa C2 consiste em um grupo formado por diversas construtoras com o objetivo de executar obras comerciais e residenciais. Embora algumas das empresas que formam o grupo tenham mais de 30 anos de experiência a empresa C2, formada pelo grupo tem apenas cerca de 7 anos de existência e já no seu primeiro empreendimento optou por fazer a implantação de BIM.

O Quadro 9 apresenta o quantitativo de 0, como demanda por projetos em BIM, pois essa demanda é interna, decisão da diretoria da empresa, que prevê a utilização desses projetos para a manutenção do empreendimento.

5.6.2 Caracterização do empreendimento do projeto piloto

O empreendimento referente ao projeto piloto corresponde a um empreendimento comercial com 02 pavimentos com uma planta arquitetônica diferente em cada pavimento, consequentemente os de execução para esse empreendimento não podem ser reaproveitados em mais de um pavimento, cada pavimento tem seu próprio projeto. O empreendimento tem aproximadamente 61.000 m² de área construída.

A utilização do BIM nesse empreendimento acontece dentro da própria construtora que contrata os projetos em 2D – CAD e após a contratação dos projetos faz a modelagem dos projetos para fins de compatibilização e *as-built*.

5.6.3 Resultados do questionário

A empresa E1 apresentou um resultado de 65% com relação ao atendimento das premissas para implantação após aplicação do questionário. Pois para os itens 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 do questionário foram observados os seguintes percentuais 0, 0, 6,67%, 8,33%, 8,33%, 6,25%, 6,25%, 8,33%, 8,33%, 4,17%, 8,33% e 0 respectivamente, totalizando 65%. Como exibido no Quadro 15.

Quadro 15 - Resultados da empresa C2

RESULTADOS EMPRESA C2				
	TOTAL POSSÍVEL		TOTAL EMPRESA	
1 MÉTRICAS (12)	100%	8,33%	0%	0,00%
Desempenho	14,3%		0,0%	
Qualidade	14,3%		0,0%	
Relacionamento com o cliente	14,3%		0,0%	
Escopo	14,3%		0,0%	
Custos	14,3%		0,0%	
Contratos	14,3%		0,0%	
Prazos	14,3%		0,0%	
2 METAS (14)	100%	8,33%	0%	0,00%
Desempenho	14,3%		0,0%	
Qualidade	14,3%		0,0%	
Relacionamento com o cliente	14,3%		0,0%	
Escopo	14,3%		0,0%	
Custos	14,3%		0,0%	
Contratos	14,3%		0,0%	
Prazos	14,3%		0,0%	
3 PLANO DE IMPLANTAÇÃO (16)	100%	8,33%	80%	6,67%
Objetivos	20%		20,0%	
Metodologia de Implantação	20%		20,0%	
Planejamento da Infraestrutura	20%		20,0%	
Planejamento de Recursos Humanos	20%		20,0%	
Prazos	20%		0,0%	
4 USOS DO BIM PROJETOS (18)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 2	100%		100,0%	
Não 1	0%			
5 DEFINIÇÃO DA EQUIPE (20)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
6 REESTRUTURAÇÃO (24)	100%	8,33%	75%	6,25%
Software	25%		25,0%	
Hardware	25%		25,0%	
Rede Interna / Servidor	25%		25,0%	
Rede Externa (Internet)	25%		0,0%	
7 TREINAMENTO (26)	100%	8,33%	75%	6,25%
Conteúdo do Treinamento	25%		25,0%	
Organização das Aulas	25%		25,0%	
Documentação	25%		25,0%	
Reciclagem de Conhecimento	25%		0,0%	
8 SUPORTE (27)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
9 FLUXO DE TRABALHO (29)	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
10 PADRÕES INTERNOS (31)	100%	8,33%	50%	4,17%
Bibliotecas	25%		25,0%	
Templates	25%		25,0%	
Nomenclatura	25%		0,0%	
Estruturação de Pastas	25%		0,0%	
11 IMPLANTAR PROJETO PILOTO	100%	8,33%	100%	8,33%
Sim 1	100%		100,0%	
Não 2	0%			
12 CHECAR/REVISAR O PLANO	100%	8,33%	0%	0,00%
Sim 1	100%		0,0%	
Não 2	0%			
TOTAIS	100%		65,00%	

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

5.6.4 Análise dos resultados da empresa C2

Apesar de a empresa C2, assim como a empresa C1, ser uma construtora, para a implantação de projeto piloto a empresa utilizou uma estratégia diferente da empresa C1, nela todos os projetos foram contratados em CAD 2D e a modelagem da informação da construção foi feita pela própria empresa, após o recebimento dos projetos contratados.

Inicialmente a empresa C1 realizava a modelagem da informação da construção após o recebimento dos projetos em 2D, mas antes da sua liberação para construção, porém os projetos modelados, em sua maioria, não foram utilizados diretamente para a execução das obras devido à resistência dos responsáveis pela execução da obra.

Nesse contexto juntamente com o a redução da equipe e também devido ao ritmo acelerado da execução da obra na empresa, a modelagem não conseguia ser liberada antes da execução da obra, passando a ser utilizada apenas uma modelagem de registro, expondo o histórico de modificações ocorridas nos projetos iniciais como citado em CICRP (2010).

a) Definir métricas e metas

A empresa C2 não definiu métricas, nem tampouco metas para a implantação da metodologia BIM.

b) Desenvolver um plano de implantação

O principal objetivo da implantação de BIM nesse projeto piloto, que é também o primeiro projeto da empresa C2, é que o projeto seja um impulsionador para a utilização em todos os demais projetos previstos para serem realizados pela empresa C2, para o desenvolvimento desse plano foi planejado a contratação de técnicos para consultoria e auxílio na modelagem de famílias, modelagem dos projetos entregues em 2D.

Para a informática foi planejado iniciar a implantação com o *software* Revit. Para o *hardware* foi planejado iniciar com uma memória RAM, memória primária do computador, com uma capacidade de armazenamento baixa, mas suficiente para iniciar os trabalhos e posteriormente aumentar a capacidade da memória RAM, conforme desenvolvimento e necessidade do projeto, já para os demais itens de *hardware* foram planejados utilizar aqueles compatíveis com o *software* escolhido.

O planejamento para recursos humanos a princípio foi contratar modeladores deferentes para algumas das disciplinas de projeto, como arquitetura, estrutura e instalações, porém apenas um técnico modelador foi contratado. Com relação ao prazo para implantação, devido aos usos definidos como, por exemplo, *as-built*, o prazo final da implantação foi associado ao prazo de execução da obra.

c) Definir quais serão os usos do BIM na empresa

Os usos do BIM definidos para utilização na empresa C2 foram compatibilização, extração de quantitativos, coordenação, planejamento e acompanhamento do cronograma da obra, *as-built* e manutenção. Apesar dessas definições a modelagem vem sendo utilizada principalmente para *as-built*, com o intuito também de uma posterior utilização para operação do empreendimento.

d) Definir uma equipe para implantar BIM e definir o suporte para implantação

Uma equipe foi definida para fazer a modelagem, compatibilização, coordenação do modelo, controle de dados e ainda desenvolver bibliotecas. As atividades de configuração dos arquivos e posterior modelagem além do desenvolvimento de bibliotecas foram atribuídas ao técnico e o engenheiro ficou responsável pela coordenação geral do modelo controle de dados,

Entretanto no momento a empresa tem apenas um técnico e dois estagiários que verificam como os elementos da construção foram realizados na obra para fazer a modelagem de registro.

e) Reestruturar os recursos de informática

Para fazer a reestruturação dos recursos de informática, a empresa selecionou os *softwares* Revit, Navisworks, Excel e Project. Uma conduta diferente da empresa C1, pois a empresa C2 selecionou *softwares* que proporcionam também a integração entre os projetos 3D e o planejamento obtendo assim o BIM 4D.

A reestruturação do *hardware* atendeu as configurações recomendadas pelos fabricantes dos *softwares*, com destaque para a memória RAM que foi programada para ter sua capacidade melhorada com o tempo e a necessidade do projeto. A empresa C2 verificou também que o servidor em uso na empresa atendia as necessidades do projeto, porém não fez nenhuma verificação para o item de internet (rede externa), pois a empresa ainda não utiliza essa ferramenta para o desenvolvimento *online* de seu projeto.

f) Definir os padrões internos

Para definição de padrões internos foi contratado um técnico para dar suporte a modelagem de bibliotecas, enquanto que os *templates* foram definidos de acordo com o andamento do projeto, os demais itens como nomenclatura e estruturação de pasta não foram abordados nas definições da empresa C2.

g) Realizar treinamentos

A metodologia para a realização do treinamento foi focada na modelagem, onde foram desenvolvidos arquivos com instruções de modelagem da informação da construção. O conteúdo do arquivo foi definido com dicas práticas para fazer um modelo qualquer, de modo que uma pessoa conseguisse modelar ao consultar o arquivo. Após o arquivo configurado era

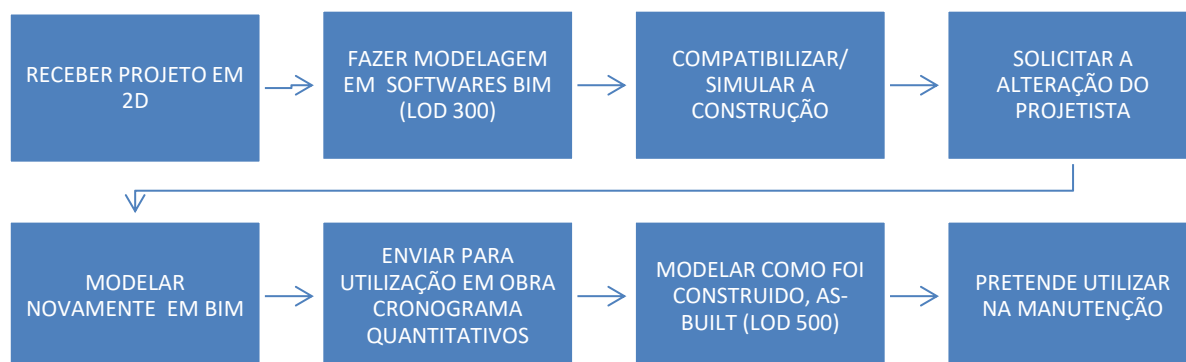
feito uma reunião com a equipe para que fosse transmitida qual a maneira ideal para usar o arquivo.

Os arquivos não são mais atualizados e nenhum processo de reciclagem do conhecimento foi programado pela empresa.

h) Definir um fluxo de trabalho BIM

O fluxo de trabalho BIM indicado pela empresa está representado na Figura 21 abaixo.

Figura 21 - Fluxo de trabalho BIM da empresa C2



Fonte: Elaborada pela autora (2017)

O fluxo de trabalho apresentado não representa exatamente o que vem acontecendo na empresa, pois o processo de modelagem tem atendido apenas a etapa de modelagem de registro, o *as-built*.

i) Implantar um projeto piloto

A empresa não só está implantando um projeto piloto, como também se pode afirmar que o primeiro projeto da empresa está sendo desenvolvido em BIM, pois após a formação do grupo esse é o primeiro projeto a ser realizado pela empresa.

Embora o processo na empresa C2 não tenha sido iniciado através da contratação diretamente de projetos em BIM, como orienta as boas práticas dos guias estudados sobre implantação da metodologia, o processo

utilizado por esta empresa tem grande importância, pois provoca o desenvolvimento de elementos necessários para a modelagem como famílias e *templates* e a própria modelagem dos projetos, que haviam sido contratados em 2D, essas ações devem facilitar para que os próximos projetos da empresa sejam iniciados já com projetos elaborados com modelagem da informação da construção.

j) Monitorar a implantação e revisar o plano de implantação

A empresa C2 não estabeleceu nenhum processo de verificação do desenvolvimento da implantação, nem tampouco está fazendo o replanejamento do processo de implantação.

5.7 Comparativo entre resultados obtidos nas empresas de AEC

Os resultados encontrados nos quadros deste tópico apresentam resumos para efeito de comparação entre as empresas estudadas.

O Quadro 16 apresenta a compilação dos percentuais de atendimento de cada premissa para todas as empresas.

Quadro 16–Comparação do atendimento as premissas

Nº	Premissas para implantação	Atendimento as premissas das empresas				
		A1	E1	E2	C1	C2
1	Definição de métricas	0	7,14%	0	1,19%	0
2	Definição de metas	0	1,19%	0	1,19%	0
3	Desenvolvimento do Plano de Implantação	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	6,67%
4	Definição dos usos do BIM	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%
5	Definição da equipe	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%
6	Reestruturação dos recursos de informática	4,17%	6,25%	6,25%	6,25%	6,25%
7	Treinamento da equipe	6,25%	8,33%	8,33%	6,25%	6,25%
8	Definição de suporte	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%	8,33%
9	Definição do Fluxo de trabalho BIM	0	8,33%	0	8,33%	8,33%
10	Definição dos padrões internos	8,33%	8,33%	6,25%	0	4,17%
11	Implantação do projeto piloto	8,33%	8,33%	0	8,33%	8,33%
12	Checar/Replaneja o plano de implantação	0	8,33%	0	0	0
TOTAL		60%	90%	54%	65%	65%

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

No Quadro 26 é evidenciado que a empresa E1 tem um percentual total, de atendimento as premissas, superior ao percentual das demais empresas. Além disso, é possível notar também que a empresa E1 tem percentual de atendimento igual ou superior para cada premissa, quando comparada com as demais empresas.

Analizando quantitativamente as respostas dos dados estruturados do questionário é possível inferir que a empresa E1 se destaca em relação às em presas A1, E2, C1 e C2, pois apresenta um percentual de atendimento, as premissas, maior que essas empresas, entretanto os percentuais atingidos pelas empresas A1, E2, C1 e C2, respectivamente, 60%, 54%, 65% e 65% são considerados percentuais elevados para empresas que não conseguiram evoluir no processo de implantação.

Diante dessas circunstâncias e através de análise qualitativa dos resultados foi possível perceber que não só a implantação, mas também a permanência das premissas implantadas é importante para desenvolvimento do processo de implantação, por isso utilizou-se o Quadro 26 e foi inserido nele informações sobre as premissas implantadas no início do processo de implantação e que, de acordo com os relatos dos profissionais entrevistados, continuam em prática na empresa até o momento da entrevista. Desse modo foi formulado o Quadro 17 apresentado a seguir.

Quadro 17 - Apresentação das premissas que continuaram em desenvolvimento nas empresas

Nº	Premissas para implantação	Atendimento as premissas e permanência das empresas									
		A1		E1		E2		C1		C2	
1	Definição de métricas	0	●	7,14%	●	0	●	1,19%	●	0	●
2	Definição de metas	0	●	1,19%	●	0	●	1,19%	●	0	●
3	Desenvolvimento do Plano de Implantação	8,33%	●	8,33%	●	8,33%	●	8,33%	●	6,67%	●
4	Definição dos usos do BIM	8,33%	●	8,33%	●	8,33%	●	8,33%	●	8,33%	●
5	Definição da equipe	8,33%	●	8,33%	●	8,33%	●	8,33%	●	8,33%	●
6	Reestruturação dos recursos de informática	4,17%	●	6,25%	●	6,25%	●	6,25%	●	6,25%	●
7	Treinamento da equipe	6,25%	●	8,33%	●	8,33%	●	6,25%	●	6,25%	●
8	Definição de suporte	8,33%	●	8,33%	●	8,33%	●	8,33%	●	8,33%	●
9	Definição do Fluxo de trabalho BIM	0	●	8,33%	●	0	●	8,33%	●	8,33%	●
10	Definição dos padrões internos	8,33%	●	8,33%	●	6,25%	●	0	●	4,17%	●
11	Implantação do projeto piloto	8,33%	●	8,33%	●	0	●	8,33%	●	8,3%	●
12	Checar/Replaneja o plano de implantação	0	●	8,33%	●	0	●	0	●	0	●
TOTAL		60%	37,50%	90%	90%	54%	39,58%	65%	35,42%	65%	37,91%

- Premissa não atendida
- Premissa não continuada
- Premissa continuada parcialmente
- Premissa continuada

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Apenas as premissas que continuaram em desenvolvimento, seja total ou parcialmente, foram contabilizadas na segunda coluna de percentual da empresa.

A Empresa E1 atende todas as premissas, mesmo que o percentual de atendimento para todas as premissas não seja 100%; enquanto, as demais empresas apresentam algumas das premissas não atendidas. Além de implantar todas as premissas, o processo de implantação na empresa E1 é perene, pois manteve todas as premissas implantadas em funcionamento desde o início da implantação, diferente das demais empresas que além de não implantarem todas as premissas também não mantiveram em execução todas as premissas implantadas.

A empresa E1 apresenta o desenvolvimento de projetos em BIM e a colaboração com outras empresas, como a de projetos de arquitetura, ainda que a comunicação entre os desenvolvedores dos projetos não aconteça de forma simultânea a empresa tem características de uma implantação BIM no estágio 2.0. (SUCCAR, 2009; TOBIM, 2008).

Como o estágio de implantação mais avançado, entre as empresas estudadas é representado pela empresa E1, essa empresa foi utilizada como parâmetro para avaliar as outras empresas estudadas.

5.8 Análise dos resultados utilizando a empresa E1 como parâmetro de avaliação

Para a análise e avaliação das empresas estudadas foi utilizada como referência de situação ideal a empresa E1, devido ao desenvolvimento do processo de implantação apresentado por essa empresa, que em todas as premissas apresentou resultados iguais ou superiores as demais empresas e ainda permaneceu com todas as premissas em atividade. A partir dessa definição as demais empresas foram avaliadas de através de uma análise comparativa com a empresa E1 como se descreve a seguir.

a) Empresa A1

Utilizando como parâmetro a empresa E1, observou-se que a empresa A1 não definiu nenhuma métrica e nenhuma meta para implantação; enquanto, a empresa E1 definiu ao menos uma meta e mantém essa definição.

Empresa A1 definiu todos os itens previstos para o plano de implantação, assim como na E1, contudo não mantiveram em pratica todas as decisões, pois o planejamento de recursos humanos elaborado no início do processo de implantação não condiz com os recursos da empresa no momento da entrevista, o mesmo ocorreu com os prazos definidos, pois foram definidos três meses como prazo para implantação e o mesmo plano é utilizado após sete anos.

A equipe foi definida de maneira adequada para a implantação, contudo foi desmontada, diferente da empresa E1 onde a equipe inicial continua e ainda vem crescendo de acordo com a evolução do BIM na empresa.

Com relação à reestruturação da informática, essa premissa foi mantida na empresa A1, mas inicialmente ela não previu a utilização do servidor para o desenvolvimento dos projetos, item de grande importância para garantir a integração dos projetos.

O item que garante a manutenção do treinamento da equipe é a reciclagem, mas esse item não foi previsto na empresa A1, por isso a premissa não é considerada como contínua na empresa; já o fluxo de trabalho definido não teve como foco a utilização do BIM, por isso não foi contabilizado no percentual de atendimento as premissas;

Tratando da implantação do projeto piloto, essa premissa continua acontecendo, porém, considerado parcialmente em execução, pois a empresa A1 continua a elaborar projetos em BIM, mas não evolui no desenvolvimento do processo de implantação, quando comparada com a empresa E1, pois não inseriu novos usos nos novos projetos desenvolvidos,

que tem as mesmas características do projeto piloto, e principalmente os mesmos usos. Ao finalizar a modelagem da arquitetura a empresa continua a elaboração do projeto em 2D.

Dessa maneira, estabelecendo como situação ideal a empresa E1, com 90% de premissas atendidas, a empresa A1 conseguiu um desenvolvimento de 41,86%.

Para a caracterização do seu estágio no processo de implantação, foi considerado o desenvolvimento de projetos em BIM na empresa A1. Apesar de esse desenvolvimento ser uni disciplinar, os projetos são utilizados para automatizar a geração dos documentos e quantitativos, dessa maneira a empresa pode ser caracterizada no estágio 1.0.

b) Empresa E2

Quando comparada com a empresa E1 tem-se que na empresa E2 houve a ausências de definição de métricas e metas; A empresa E2 estabeleceu um plano de implantação, mas não colocou o implantou. Além disso, apresentou um treinamento focado apenas na ferramenta, enquanto que a empresa E1 realiza treinamentos e reciclagem envolvendo todos os conceitos da modelagem da informação da construção.

A empresa E2 mantém parcialmente o desenvolvimento de padrões internos, pois está desenvolvendo, gradativamente, suas bibliotecas com elementos específicos para o desenvolvimento de seus projetos, comparando com a empresa E1, essa empresa, não apenas desenvolve suas bibliotecas, mas também *templates*, nomenclatura, estruturação de pastas e ainda *worksheets*.

Devido ao fato de não implantar o projeto piloto a empresa E2 também não fez o monitoramento e controle da implantação. Desse modo quando

comparada com a empresa E1, que apresentou 90% de premissas atendidas, a empresa E2 conseguiu um percentual de 44,20%.

Por não desenvolver projetos em BIM, fazendo a utilização dos *softwares* escolhidos apenas para gerar ocasionalmente visualizações 3D do projeto, sem apresentar geração automática de quantitativos e especificações ou ainda estimativas de custo, com essa performance a empresa apresenta características do estágio pré BIM.

c) Empresa C1

A empresa C1 apresentou o mesmo percentual de metas e métricas definidas para a implantação de BIM que a empresa E1, contudo as métricas e metas consideradas pela empresa C1 não permitem a avaliação da implantação de BIM na empresa, dessa forma esse percentual não foi considerado como uma premissa em prática no processo de implantação.

Com relação ao plano de implantação apesar de definido, não foi colocado em prática devido à falta de aprovação dos projetos; segundo relatos do entrevistado até o momento da coleta de dados não foi realizada nenhuma outra tentativa de implantação, por isso o plano não teve continuidade.

Para assegurar a continuidade do treinamento é necessária a reciclagem, todavia esse item não foi implantado na empresa C1, por isso o treinamento é uma premissa que não continua implantada na empresa. O fluxo de trabalho não foi totalmente efetuado na empresa, por isso implantação é considerada parcial para esse item.

A empresa não definiu nenhum padrão interno para a implantação de BIM. E com relação a implantação de projeto piloto a empresa não conseguiu finalizar o projeto iniciado, tampouco teve a iniciativa de executar um novo projeto para dar continuidade a implantação, dessa maneira a implantação também não pode ser monitorada ou controlada.

Ao comparar a empresa C1 com a empresa E1 que teve 90% de premissas, a empresa C1 obteve o percentual de 39,54%.

Como os projetos contratados em BIM não foram aprovados impossibilitou a utilização dos quantitativos, especificações ou estimativas de custo que foram gerados de forma automática a partir dos projetos contratados em BIM. Essas atividades precisaram ser realizadas novamente após a contratação dos projetos em 2D, por isso os projetos contratados em BIM foram utilizados apenas para visualizações 3D, caracterizando a empresa no estágio pré BIM, assim como a empresa E2.

d) Empresa C2

A empresa C2 não definiu métricas nem metas para implantação quando comparada com a empresa E1, vê-se que a empresa E1 definiu ao menos uma meta e mantém essa definição desde o início da implantação atualizado apenas os quantitativos da meta de acordo com a necessidade do replanejamento do plano de implantação.

A equipe definida não se manteve no processo de implantação da empresa C2, que hoje tem apenas, como integrantes da equipe BIM, um técnico e dois estagiários, diferente da empresa E1 aumentou a equipe inicial.

O processo de implantação não retrata a reciclagem do treinamento. Este item garante a manutenção do treinamento da equipe, inclusive o engenheiro da equipe responsável pelo suporte, também não integra mais a equipe e não foi substituído. Na empresa E1 o responsável pelo suporte não apenas está presente como também está se especializando e a empresa é responsável pelo investimento total na especialização.

Inicialmente os padrões internos não foram totalmente definidos, e no momento nenhum processo de definição desses padrões é realizado na

empresa. A empresa C2 também não faz a checagem e o replanejamento do modelo.

A empresa E1, considerada como situação ideal atendeu 90% de premissas, a empresa C2 apresenta um percentual de 42,31% do percentual da empresa E1.

O desenvolvimento de projetos em BIM na empresa, ainda que abranja mais de uma disciplina, são todos desenvolvidos pelo mesmo modelador. Um técnico, que faz a modelagem em *softwares* BIM dos projetos recebidos em 2D. Visto que as utilizações desses projetos são apenas para a visualização da construção em 3D, a empresa pode ser caracterizada como no estágio Pré-BIM.

Após todos os resultados e análises podem-se fazer as considerações sobre os casos estudados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho visou avaliar a implantação de BIM em escritórios de projetos e em construtoras, atuantes na região metropolitana da cidade de Recife/PE, através da análise de premissas para implantação, na tentativa de estabelecer uma possível relação entre o atendimento às premissas e o avanço da implantação na empresa com relação aos estágios de implantação de *Building Information Modeling*.

Para essa análise foram realizados estudos de caso em cinco empresas, sendo eles um escritório de projetos de arquitetura, dois escritórios de projetos de instalações e duas construtoras. Como ferramenta de apoio à coleta dos dados foi desenvolvido um questionário que permitiu encontrar um percentual de atendimento as premissas para cada empresa estudada.

Os resultados do questionário mostraram que a adesão a metodologia BIM é escassa na Região Metropolitana do Recife, pois dentre as quatro entidades setoriais apresentadas que representam um total de 445 entre empresas e profissionais liberais, apenas 19 afirmaram que estão utilizando BIM, perfazendo menos de 5% do universo pesquisado.

Com relação aos resultados obtidos pelo questionário, foi possível comprovar a relação entre as premissas atendidas pela empresa e evolução da implantação de BIM, pois a empresa E1 que obteve o maior percentual, 90%, de atendimento as premissas, está implantando a metodologia de maneira adequada, abordando políticas, processos e tecnologias, além de apresentar características do estágio 2.0 da evolução do BIM.

Os resultados comprovam não só que o atendimento às premissas influencia positivamente o processo de implantação, como também, que o não atendimento, as premissas, dificulta a implantação, pois as outras quatro empresas que obtiveram percentual de atendimento, as premissas, igual inferior a 65%, não possuem uma evolução adequada para

implantação de BIM, apresentando assim características do estágio 1.0 na implantação da empresa A1 e no estágio Pré-BIM nas demais empresas.

Nota-se ainda que para a evolução do processo de implantação de BIM é essencial além do atendimento às premissas, é preciso também a perenidade dessas premissas nas empresas, pois as empresas A1, E2, C1 e C2, embora tenham atendido à algumas premissas, quando comparadas com a empresa E1 observa-se que essas empresas não têm constância no atendimento as premissas.

Quando comparadas percentualmente as A1, E2, C1 e C2 com a empresa E1, verificou-se ainda que as empresas alcançaram respectivamente, 41,86%, 44,20%, 39,59% e 42,31% do resultado obtido pela empresa E1. Essa comparação permite nivelar e calibrar os resultados obtidos, constatando também que os resultados das empresas A1, E2, C1 e C2 são próximos assim como, seus estágios de implantação.

Pode-se também observar que as empresas apresentaram maneiras totalmente distintas de abordar a implantação de Modelagem de Informação da Construção.

Vale salientar que embora as análises quantitativas corroborem com as análises qualitativas, as análises qualitativas são mais eficazes para entender a evolução do processo de implantação de modelagem da informação da construção nas empresas.

A expectativa com o desenvolvimento deste trabalho é de contribuir para o entendimento sobre a implantação de BIM nas empresas, possibilitando assim processos de implantação mais assertivos. Espera-se também colaborar com o desenvolvimento de pesquisas futuras que envolvam análises sobre os processos de implantação de *Building Information Modeling*.

REFERÊNCIAS

AEC UK. **AEC UK BIM Technology Protocol**: Practical implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry. London, 2015.

AMARAL, R. D. C.; PINA Filho, A. C. A Evolução do CAD e sua Aplicação. In: Simpósio de Mecânica Computacional em Projetos de Engenharia, 9. 2010, São João Del-Rei – MG . **Anais...** UFSJ São João Del-Rei – MG. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/97842-A-evolucao-do-cad-e-sua-aplicacao-em-projetos-de-engenharia.html>>. Acesso em: 25 abr 2016.

AMORIM, K.. Sétima parte da primeira norma sobre BIM desenvolvida no Brasil está em consulta nacional **Construnormas PINI**, São Paulo, 25 set. 2015. Disponível em: <<http://construnormas.pini.com.br/engenharia-instalacoes/noticias/setima-parte-da-primeira-norma-sobre-bim-desenvolvida-no-brasil-364396-1.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2016

ANDIA, A. Automated Architecture: Why CAD, Parametrics and Fabrication are Really Old News. In: XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics - SIGRADI: Knowledge-based Design, 17., 2013, VAL Paraíso. **Proceedings...** Val Paraíso: Editora Edgard Blücher, 2013. v. 1, p. 83 - 86. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/automated-architecture-why-cad-parametrics-and-fabrication-are-really-old-news-14099>>. Acesso em: 30 maio 2015.

ANDRADE, M. L. V. **Projeto Performativo na Prática Arquitetônica Recente: Estrutura Conceitual**. 2012. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade de estadual de Campinas, Campinas 2012.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. BIM: Conceitos, Cenário das Pesquisas Publicadas no Brasil e Tendências. In: IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 9., 2009, São Carlos. **Anais...** São Carlos: SBPQ, 2009. p. 602 - 613

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão & tecnologia de projetos**, v. 4, n. 2, p. p. 76-111, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965**: Sistema de classificação da informação da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM**. São Paulo, 2013. Fascículo 1, 20 p. Disponível em: <<http://www.asbea.org.br/escritorios-arquitetura/noticias/acesse-o-guia-bim-pelo-site-da-asbea-301753-1.asp>>. Acesso em: 15 set. 2015.

American Institute of Architects AIA. **Document E202 – 2008: Building Information Modeling Protocol Exhibit.** Washington: AIA, 2008.

_____. **Document E203 – 2013: Building Information Modeling and Digital Data Exhibit.** Washington: AIA, 2013a.

_____. **Document G201 – 2013: Project Digital Data Protocol Form.** Washington: AIA, 2013b.

_____. **Document G202 – 2013: Project Building Information Modeling Protocol Form.** Washington: AIA, 2013c.

BASTO, P. E. de A.; LORDSLEEM JUNIOR, A. C. O ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 45-61, out./dez. 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212016000400045&script=sci_abstract&lng=pt> Acesso em: 25 jan. 2017.

BEIRÃO, J. N.; MENDES, L. T.; CELANI, G. O uso do CIM (City Information Modeling) para geração de implantação em conjuntos de habitação de interesse social: uma experiência de ensino. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 101-112, jul./dez. 2015. Semestral. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/download/102564/105983>>. Acesso em: 25 out. 2016.

BERNSTEIN, P. G.; PITTMAN, J. H. Barriers to the Adoption of Building Information Modeling in the Building Industry. **Autodesk Building Solutions, White Paper.** Autodesk, Inc. November 2004.

BIRX, G. W. **Getting Started with Building Information Modeling.** Washington 2007 American Institute of Architects.

BRITISH STANDARD INSTITUTION - BSI. **PAS 1192-3: Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling (BIM)**, BSI, 2014. Disponível em: <<http://shop.bsigroup.com/forms/PASs/PAS-1192-3/>> Acesso em 15.09.2016.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO- CBIC. **Coletânea de Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras.** Brasília, 2016. Disponível em: <<http://cbic.org.br/bim/>>. Acesso em: 15 set 2016

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM. **Building Information Modeling Execution Planning Guide 2.0.** Pennsylvania 2010. 126 p. Disponível em: <https://vdcscorecard.stanford.edu/sites/default/files/BIM_Project%20Execution%20Planning%20Guide-v2.0.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

CONSTRUCTION USERS ROUNDTABLE. **BIM Implementation: An Owner's Guide to Getting Started**. Cincinnati, 2010. 48 p. Disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab085571.pdf>>. Acesso em 12 mar. 2016

CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. In: III Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil, 3., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2007. p. 1-10.

CUPERSCHMID, A. R. M.; GRACHET, M. G.; FABRÍCIO, M. M. Realidade Aumentada como auxílio à montagem de parede em wood-frame. **Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 6, n. 4, p.266-276, dez. 2015. Universidade Estadual de Campinas.

EASTMAN, C. et al. Automatic rule-based checking of building designs. **Automation In Construction**, v. 18, n. 8, p.1011-1033, dez. 2009. Elsevier BV.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.

GARBINI, M. A. L.; BRANDÃO, D. Q. Implantação da tecnologia BIM analisada em quatro escritórios de arquitetura. **Cadernos ProArq**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p.125-146, p. 129, dez 2013. Semestral.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p.

HELLMEISTER, L. A. V.; DEGANUTTI, R.; PALHACI, M. C. J. P.; HELLMEISTER, V. A utilização das tecnologias assistidas por computador como elemento de integração, pesquisa e desenvolvimento nas disciplinas de projeto para a engenharia e design. In: VII International Conference on Engineering and Computer Education. 2011, Guimaraes, PORTUGAL. **Anais...** Guimaraes, 2011. p. 197 – 201.

HENTTINEN, T. **BIM in Finland**. BuildingSMART Finland, 2014. Disponível em: <http://www.skaitmeninestatyba.lt/files/Konferencija/Prezentacijos/5_Tomi_Henttinen_BIM%20in%20Finland.pdf> Acesso em: 10 jun. 2016

HUBERS, H. Collaborative Parametric BIM. In: 5th International Conference Proceedings of the Arab Society for Computer Aided Architectural Design, 5., 2010, Morocco. **Proceedings...** Morocco: ASCAAD, 2010. p. 127 - 134.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 10303-11:** Industrial automation systems and integration -- Product data representation and exchange -- Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual. Switzerland: ISO, 2004.

JARDIM-GONCALVES, R.; GRILO, A. Building information modeling and interoperability. **Automation in Construction**, v. 19, n. 4, p.387-387, jul. 2010. Elsevier BV.

JONES, S.; BERNSTEIN, H. The Business Value of BIM in North America Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007–2012). **MCGRAW-HILL CONSTRUCTION SMARTMARKET REPORT**. Bedford: Copyright, 2012.

JONES, S.; BERNSTEIN, H. The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling. **MCGRAW-HILL CONSTRUCTION SMARTMARKET REPORT**. Bedford: Copyright, 2014.

KASSEM, M., AMORIN, S. **BIM Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**. Brasília, 2015. Disponível em <<http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>>, Acesso em: 7/9/2016

KIVINIEMI, A.; TARANDI, V.; KARLSHØJ, J.; BELL, H.; KARUD, O. J. **Review of the development and implementation of IFC compatible BIM: final report of the Erabuild Project**. Erabuild, 2008. Disponível em: <https://www.tekes.fi/globalassets/global/ohjelmat-ja-palvelut/paattyneet-ohjelmat/yhdyskunta/erabuild_bim_final_report_january_2008.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

KIVINIEMI, A. **Experiences from the BIM-Adoption in Finland and UK – Clients as the drivers of innovation**, School of Architecture at University of Liverpool, BuildingSMART-Forum, Liverpool, 2015. Disponível em: <http://www.buildingsmart.de/kos/WNetz?art=File.download&id=3289&name=19-buildingSMART-Forum_Kiviniemi.pdf> Acesso em 24/10/2016.

LEE, G.; SACKS, R.; EASTMAN, C. M. Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system. **Automation In Construction**, v. 15, n. 6, p.758-776, nov. 2006. Elsevier BV.

LIMA, A. C. L.; ALBUQUERQUE, D. M. S.; PEREIRA, I. K. L.; MELHADO, S. Plataforma BIM Como Sistema de Gestão e Coordenação de Projeto da Reserva Camará: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15., 2014, Maceió. ENTAC, 2014. p. 2140 - 20149.

LOUZAS, R. Pesquisa mostra que mais de 90% dos arquitetos e engenheiros pretendem utilizar o BIM em até cinco anos. **PINI-**

Exercício Profissional e Entidades. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/carreira-exercicio-profissional-entidades/artigo291885-1.aspx>>. Acesso em: 30 maio 2016.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 320 p.

MELHADO, S. B. **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios:** Aplicação ao Caso das Empresas de Incorporação e Construção. 1994. 310 p. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MENEZES, G. L. B. B. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Belo Horizonte, v. 18, n. 22, p.152-171, maio 2011. Sem.

NATIONAL BUILDING SPECIFICATION. **NATSPEC BIM Paper NBP 002: Getting Started with BIM.** 2014. Disponível em: <http://bim.natspec.org/images/NATSPEC_Documents/NATSPEC_BIM_Paper_Getting_started_with_BIM_140529.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2016

NARDELLI, E. S.; TONSO, L. G. BIM-Barreiras institucionais para a sua implantação no Brasil. In: XVIII CONFERENCE OF THE IBEROAMERICAN SOCIETY OF DIGITAL GRAPHICS - SIGRADI: DESIGN IN FREEDOM, 18., 2014, Montevideo. **Proceedings...** . Montevideo: Edgard Blücher, 2014. v. 1, p. 83 - 86. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/bim-barreiras-institucionais-para-a-sua-implantao-no-brasil-14299>> Acesso em: 17 fev. 2016.

OKAMOTO, P.S.; SALERNO, M. S.; MELHADO, S. B. A Coordenação de Projetos Subcontratados na Construção Civil. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 9, n. 1, p.123-142, 31 ago. 2014. Semestral.

PATIL, A. R. Standardization of clash detection in BIM. In 5th International Conference on Recent Trends in Engineering, Sciences and Management, 5., 2016. Índia. **Proceedings...** . Índia 2016, 2016. p. 520 – 525. Disponível em: <http://data.conferenceworld.in/PGMCOE/P520-525.pdf> Acesso em: 05 nov. 2016.

RODRIGUES, R. M. **PESQUISA ACADÊMICA:** Como facilitar o processo de preparação de suas etapas. São Paulo: Atlas, 2007.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. **O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013. Bimestral.

RUSCHEL, R. C.; VALENTE, C. A. V.; CACERE, E.; QUEIROZ, S. R. S. L. O papel das ferramentas BIM de integração e compartilhamento no processo de projeto na indústria da construção civil. **REEC - Revista Eletrônica de**

Engenharia Civil, Goiânia, v. 7, n. 3, p.36-54, p.39, nov. 2013. Quadrimestral. Universidade Federal de Goiás.

SACKS, R.; EASTMAN, C. M.; LEE, G. Parametric 3D modeling in building construction with examples from precast concrete. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 13, n. 3, p.291-312, maio 2004. Elsevier BV.

SACKS, R.; KANER, I.; EASTMAN, C.; JEONG, Y. The Rosewood experiment — Building information modeling and interoperability for architectural precast facades. **Automation In Construction**, v. 19, n. 4, p.419-432, jul. 2010. Elsevier BV

SANTOS, A. P. L.; WITICOVSKI, L. C.; GARCIA, L. E. M.; SCHEER, S. A utilização do BIM em projetos de construção civil. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, Florianópolis, v.1, n. 2, p. 24-42, dez. 2009. Semestral.

SANTOS, W. J.; BRANCO, L. A. M. N.; ABREU FILHO, Júlio V. Compatibilização de Projetos: Análise de Algumas Falhas em uma Edificação Pública. In: IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 9., 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** . Rio de Janeiro: 2013, 2013. p. 1 – 16

SCHEER, S.; ITO, A. L. Y.; AYRES F.C.; AZUMA, F.; BEBER, M. Impactos do Uso do Sistema CAD Geométrico e do Uso do Sistema CAD-BIM no Processo de Projeto em Escritórios de Arquitetura. In: VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. 7., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. p. 1 – 7. p. 7.

SINCLAIR, S. **BIM And The New EU Public Procurement Directives: An Update**.2014. Disponível em: <<http://www.mondaq.com/x/315484/Building+Construction/BIM+And+The+New+EU+Public+Procurement+Directives+An+Update>> Acesso em: 01 jun. 2016

SPECK, H. J. **Proposta para facilitar a mudança das técnicas de projetos: da prancheta á modelagem sólida (CAD) para empresas de pequeno e médio porte**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Florianópolis: UFSC, 2005.

SPERLING, D. M.O projeto arquitetônico, novas tecnologias de informação e o Museu Guggenheim de Bilbao. In: Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção Civil, 2. 2002. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2002.

STEEL, J.; DROGEMULLER, R.; TOTH, B. Model interoperability in building information modelling. **Softw Syst Model**, [S.l.], v. 11, n. 1, p.99-109, out. 2010.

STEHLING, M. P.; ARANTES, E. M. A Utilização do BIM em Empresas de Projetos Industriais em Belo Horizonte. **Construindo**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p.29-35, p. 29, jan 2013. Semestral.

SUCCAR, B. Building information modeling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580508001568>>. Acesso em: 26 out. 2016.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in Construction**, v. 57, p.64-79, set. 2015. Elsevier BV. Disponível em: <<http://tees.openrepository.com/tees/handle/10149/593083>>. Acesso em: 16 nov. 2016

TOBIN, J. Proto-building: to BIM is to build. **AECbytes**, 28 May. 2008. Disponível em: <<http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding.html>>. Acesso em: 3 out. 2016.

TSE, T.K.; WONG, K. A.; WONG, K. F. The utilization of building information models in nD modelling: a study of data interfacing and adoption barriers, **Electronic journal of information technology in construction**, v. 10, p. 85-110, 2005. Disponível em: <http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2005_8>. Acesso em: 10 abr. 2015

UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS. **Building Information Modeling (BIM):A Road Map for Implementation to Support MILCON Transformation and Civil Works Projects within the U.S. Army Corps of Engineers**, Washington, 2006. 92 p.

_____. **Building Information Modeling (BIM) Roadmap: Supplement 2 - BIM Implementation Plan for Military Construction Projects**, Bentley Platform. Washington, 2011. 72 p.

VEIGA, B. T. M.; FLORIO, W. Investigação de dois edifícios de Oscar Niemeyer: Modelagem paramétrica e Fabricação digital. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015

WONG, A. K. D.; WONG, F K. W.; NADEEM, A. Comparative roles of major stakeholders for the implementation of BIM in various countries. In: International Conference on Changing Roles: New Roles, New Challenges, Noordwijk Aan Zee, The Netherlands. 2009. **Proceedings ... The Netherlands October 2009** p. 5-9.

WONG, A. K. D.; WONG, F. K. W.; NADEEM, A. Government roles in implementing building information modelling systems: Comparison

between Hong Kong and the United States. **Construction Innovation: Information, Process, Management**, v. 11, n. 1, p.61-76, 2011

YOUNG JR, N. W.; JONES, S. A.; BERNSTEIN, H. M. Interoperability in the construction industry. **SmartMarket Report: design & construction intelligence. McGraw Hill Construction**. 2007. Disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aia077485.pdf>>. Acessado em: 01 Jun. 2015.

APÊNDICE A-FORMULÁRIO

BIM em Pernambuco

Identificar usuários e tipos de usos BIM em PE, para utilização numa pesquisa de mestrado.

**Obrigatório*

1. NOME DO RESPONDENTE *

2. E-MAIL DO RESPONDENTE *

3. PROFISSÃO *

Marcar apenas uma oval.

☐ ENGENHEIRO

☐ ARQUITETO

☐ Outro: _____

4. NOME DA EMPRESA *

5. ÁREA DE ATUAÇÃO DA EMPRESA *

6. LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA **Marcar apenas uma oval.*

- ☐ PE
- ☐ AC
- ☐ AL
- ☐ AP
- ☐ AM
- ☐ BA
- ☐ CE
- ☐ DF
- ☐ ES
- ☐ GO
- ☐ MA
- ☐ MT
- ☐ MS
- ☐ MG
- ☐ PA
- ☐ PB
- ☐ PR
- ☐ PI
- ☐ RJ
- ☐ RN
- ☐ RS
- ☐ RO
- ☐ RR
- ☐ SC
- ☐ SP
- ☐ SE
- ☐ TO

**7. QUANTIDADE DE PROJETOS BIM
ENTREGUES OU EM DESENVOLVIMENTO,
NA EMPRESA ***

**8. QUAIS OS SOFTWARES BIM UTILIZADOS
NA EMPRESA ***

9. FUNÇÃO NA EMPRESA **Marcar apenas uma oval.*

- ☐ TÉCNICO
- ☐ GERENTE
- ☐ DIRETOR
- ☐ Outro: _____

10. UTILIZA A TECNOLOGIA BIM? **Marcar apenas uma oval.*

- ☐ SIM, o BIM já está implementado
- ☐ SIM, em processo de implementação
- ☐ NÃO, apenas conhece
- ☐ NÃO, desconhece

11. QUAIS OS USOS BIM NA SUA EMPRESA **Marque todas que se aplicam.*

- ☐ CONCEPÇÃO DO PROJETO
- ☐ DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO
- ☐ VISUALIZAÇÃO DO PROJETO
- ☐ COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS
- ☐ ANÁLISE (DIMENSIONAMENTO) DE PROJETO
- ☐ REVISÃO DE PROJETO
- ☐ PLANEJAMENTO E CONTROLE
- ☐ PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA DE CANTEIRO
- ☐ FABRICAÇÃO DIGITAL
- ☐ PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CUSTOS
- ☐ Outro: _____

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO

		UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO ESCOLA POLITÉCNICA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PEC		
PREMISSAS PARA IMPLANTAÇÃO DO BUILDING INFORMATION MODELING EM EMPRESAS DE PROJETO E CONSTRUÇÃO:				
ESTUDO DE CASO				
RESPONSÁVEIS:				DATA:
MESTRANDA: ENG. AYANNA KARINA DE ASSIS SANTOS WANDERLEY				00 / 00 / 0000
ORIENTADOR: PROF. DR. ALBERTO CASADO LORDSLEEM JR				
QUESTIONÁRIO				
DADOS DA EMPRESA E DO RESPONSÁVEL				
NOME DA EMPRESA:				
ENDEREÇO DA EMPRESA:				
E-MAIL DA EMPRESA:		FONE DA EMPRESA:	(00) 0000-0000	
NOME DO RESPONSÁVEL:				
CARGO NA EMPRESA:				
E-MAIL DO RESPONSÁVEL:		FONE DO RESPONSÁVEL:	(00) 0 0000-0000	
NÍVEL DE INSTRUÇÃO:	☐ SUPERIOR ☐ PÓS-GRADUAÇÃO ☐ MESTRADO ☐ DOUTORADO ☒ OUTRO			
CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA				
TIPO DA EMPRESA:	☐ CONSTRUTORA ☐ ESCRITÓRIO DE PROJETOS ☒ OUTRO			
ÁREA DE ATUAÇÃO:				
TEMPO DE EXISTÊNCIA:				
NUMERO DE OBRAS/ PROJETOS ENTREGUES:				
NUMERO DE OBRAS/ PROJETOS ENTREGUES EM BIM:				
CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO PARA IMPLANTALÇÃO DO BIM				
SEGUIMENTO DO EMPREENDIMENTO:	☐ RESIDENCIAL ☐ EMPRESARIAL ☐ INDUSTRIAL ☐ COMERCIAL ☒ OUTRO			
NOME:				
ENDEREÇO:				
E-MAIL DO EMPREENDIMENTO:		FONE DO EMPREENDIMENTO:	(00) 0000-0000	
DESCRIÇÃO/OBSERVAÇÕES:				

UTILIZAÇÃO DO BIM			
UTILIZA O BIM:	☒ SIM ☐ NÃO ☐ EM PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO		
DEFINIÇÃO PARA BIM:			
JÁ TEVE OU TEM DEMANDA DE PROJETOS EM BIM:	☒ SIM ☐ NÃO	QUANTOS:	
EMPRESA PLANEJA UTILIZAR O BIM:	☐ SIM ☐ NÃO ☒ JÁ UTILIZA		
NUMERO DE OBRAS/ PROJETOS EM BIM:	☒ 1 à 5 ☐ 5 à 10 ☐ 10 à 15 ☐ 15 à 20 ☐ 20 ou mais ☐ NENHUM		
DECISÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM			
INICIATIVA DE IMPLANTAR O BIM:	☒ DIRETORIA ☐ GERÊNCIA ☐ CORPO TÉCNICO ☐ OUTRO		
SE NÃO FOI A DIRETORIA, ELA APOIA A IMPLANTAÇÃO:	☐ SIM ☐ NÃO ☒ NÃO SE APLICA		
DIRETORIA PARTICIPA DA IMPLANTAÇÃO:	☒ SIM ☐ NÃO		
SE SIM, COMO A DIRETORIA PARTICIPA DA IMPLANTAÇÃO:	A DIRETORIA DECIDIU IMPLANTAR E FAZ O ACOMPANHAMENTO DA IMPLANTAÇÃO.		
ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO			
FORAM DEFINIDAS AS MÉTRICAS (AS UNIDADES EM QUE SERÃO MEDIDOS OS SERVIÇOS, PARA MONITORAMENTO):	☒ SIM ☐ NÃO		
QUAIS MÉTRICAS FORAM DEFINIDAS:			
☒ DE DESEMPENHO ☒ DE QUALIDADE ☒ DE RELACIONAMENTO COM O CLIENTE ☒ DE ESCOPO ☒ DE CUSTOS ☒ DE CONTRATOS ☒ DE PRAZOS ☐ OUTRAS	COMO: COMO: COMO: COMO: COMO: COMO: COMO: QUAIS:		
FORAM DEFINIDAS AS METAS:	☒ SIM ☐ NÃO		
QUAIS METAS FORAM DEFINIDAS (PARA MONITORAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DO BIM É NECESSÁRIO AFERIR OS SERVIÇOS REALIZADOS ATUALMENTE E ESTABELECEMETAS PARA O QUE SERÁ REALIZADO APÓS A IMPLANTAÇÃO):			
☒ DE DESEMPENHO	QUAIS AS METAS:		

☒ DE QUALIDADE ☒ DE RELACIONAMENTO COM O CLIENTE ☒ DE ESCOPO ☒ DE CUSTOS ☒ DE CONTRATOS ☒ DE PRAZOS ☐ OUTRAS	QUAIS AS METAS: QUAIS AS METAS: QUAIS AS METAS: QUAIS AS METAS: QUAIS AS METAS: QUAIS AS METAS: QUAIS:
FOI DESENVOLVIDO UM PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM:	
DE QUAIS ETAPAS É COMPOSTO O PLANO:	
☒ OBJETIVOS ☒ METODOLOGIA ☒ PLANEJAMENTO DE INFRAESTRUTURA ☒ PLANEJAMENTO DE RECURSOS HUMANOS ☒ DEFINIÇÃO DE PRAZOS ☐ OUTROS	QUAIS OS OBJETIVOS: QUAIS A METODOLOGIA: COMO FOI FEITO O PLAN. DE INFRA: COMO FOI FEITO O PLAN. DE RH: QUAIS OS PRAZOS DEFINIDOS: QUAIS:
FORAM DEFINIDOS OS USOS DO BIM:	
QUAIS ITENS FORAM SELECIONADOS PARA DESENVOLVER EM BIM EM EMPRESAS DE PROJETOS:	
☒ CONCEPÇÃO DO PROJETO ☒ DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO ☒ VISUALIZAÇÃO DO PROJETO ☒ COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS ☒ REVISÃO DE PROJETO ☒ ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ☒ AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE	QUAIS ITENS FORAM SELECIONADOS PARA DESENVOLVER EM BIM EM CONSTRUTORAS: ☐ PLANEJAMENTO DA LOGÍSTICA DE CANTEIRO ☐ PLANEJAMENTO E CONTROLE 4D ☐ COORDENAÇÃO 3D ☐ FABRICAÇÃO DIGITAL ☐ GESTÃO DE CUSTOS ☐ MOCK-UPS VIRTUAIS ☐ OUTROS

☒ ANÁLISES DE ENGENHARIA ☒ EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS ☐ OUTROS QUAIS:		
FOI DEFINIDA UMA EQUIPE COM PAPÉIS E MATRIZ DE RESPONSABILIDADES:		20 ☒ SIM ☐ NÃO
QUAIS DESSAS FUNÇÕES DE PROJETO FORAM DEFINIDAS:		ALGUMAS DESSAS FUNÇÕES DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO FORAM DEFINIDAS:
21 ☒ MODELAGEM ☒ COMPATIBILIZAÇÃO ☒ COMPLEMENTAÇÃO ☐ NENHUMA DESSAS FUNÇÕES ☐ NÃO SE APLICA		22 ☒ COORDENAÇÃO GERAL DO MODELO ☒ CONTROLE DE DADOS ☒ DESENVOLVEDOR DE BIBLIOTECAS ☒ CUSTOMIZAÇÃO ☐ NENHUMA DESSAS FUNÇÕES ☐ NÃO SE APLICA
DIFERENTES PROFISSIONAIS FORAM ATRIBUÍDOS A CADA UMA DESSAS FUNÇÕES?		
FOI FEITA A RESTRUTURAÇÃO DO PARQUE DE INFORMÁTICA:		23 ☒ SIM ☐ NÃO
QUAIS ITENS FORAM RESTRUTURADOS:		
24 ☒ SOFTWARE ☒ HARDWARE ☒ SERVIDOR ☒ REDE EXTERNA (INTERNET) ☐ OUTROS	QUAIS SOFTWARES FORAM ESCOLHIDOS: 	
	COMO FOI ESCOLHIDO O HARDWARE: 	
	COMO:	
	COMO:	
	QUAIS:	
FOI FEITO O TREINAMENTO DA EQUIPE		25 ☒ SIM ☐ NÃO
QUAIS ITENS FORAM DESENVOLVIDOS NO TREINAMENTO:		
26 ☒ CONTEÚDO ☒ ORGANIZAÇÃO DAS AULAS ☒ DOCUMENTAÇÃO	QUAL O CONTEÚDO: 	
	COMO FOI ORGANIZADO: 	
	COMO FOI DOCUMENTADO: 	

☒ RECICLAGEM DO CONHECIMENTO		COMO SERÁ FEITA A RECICLAGEM:	
☐ OUTROS		QUAIS:	
FOI DEFINIDO UM SUPORTE		☒ SIM ☐ NÃO	
O SUPORTE É FEITO ATRAVÉS DE:			
☒ CONSULTOR ESPECIALIZADO		☐ PROFISSIONAL EXPERIENTE DA EMPRESA	
☐ OUTRO		QUAL:	
PROCESSOS			
FOI DEFINIDO UM FLUXO DE TRABALHO BIM:		☒ SIM ☐ NÃO	
DESCREVER O ESBOÇO DO FLUXO DE TRABALHO:			
<pre> graph LR 1[1] --> 2[2] 2 --> 3[3] 3 --> 4[4] 4 --> 5[5] 5 --> 6[6] 6 --> 7[7] 7 --> 8[8] </pre>			
FORAM DEFINIDOS OS PADRÕES INTERNOS:		☒ SIM ☐ NÃO	
QUAIS ITENS FORAM DEFINIDOS:			
☒ BIBLIOTECAS		COMO:	
☒ TEMPLATES		COMO:	
☒ NOMENCLATURA		COMO:	
☒ ESTRUTURAÇÃO DE PASTAS		COMO:	
☒ OUTROS		QUAIS:	
OBSERVAÇÕES			