

Ana Raquel Silvério Rodrigues

Grau de Maturidade em BIM: Estudos de Caso em empresas projetistas de Arquitetura
na cidade de São Paulo

São Paulo

2018

Ana Raquel Silvério Rodrigues

Grau de Maturidade em BIM: Estudos de Caso em empresas projetistas de Arquitetura
na cidade de São Paulo

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de especialista em Gestão de
Projetos na Construção.

Área de Concentração:
Arquitetura e Urbanismo

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Manzione

São Paulo

2018

Catálogo-na-publicação

Rodrigues, Ana

Grau de Maturidade BIM: Estudos de Caso em empresas projetistas de Arquitetura na cidade de São Paulo. / A. Rodrigues -- São Paulo, 2018.
164 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Maturidade BIM 2.Gestão de projetos em BIM 3. Empresas projetistas de Arquitetura I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

AGRADECIMENTOS

À minha família, aos meus pais e ao Leandro, pelo apoio e dedicação ao longo dessa trajetória. Ao prezado orientador, que confiou em meu trabalho e compartilhou comigo os momentos de aprendizado. À todos aqueles que contribuíram nos estudos de caso com suas experiências e que tornaram possível a conclusão desta pesquisa. Um agradecimento ao professor Silvio Melhado e, em especial, ao Prof. Luiz Augusto Contier, cuja trajetória pioneira merece profunda admiração e quem colaborou muitíssimo com este estudo.

Toda ação humana, quer se torne positiva ou negativa, precisa depender de motivação.

Dalai Lama

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é medir o grau de maturidade em BIM em empresas de projeto de Arquitetura na cidade de São Paulo. A base metodológica deste trabalho é a metodologia desenvolvida pelo Prof. Bilal Succar, da Universidade de Newcastle, Austrália. Bilal Succar é o criador da BIM Excellence (BIME), uma ferramenta para avaliação do desempenho do BIM, que representa uma iniciativa internacional aberta, para compartilhar o conhecimento desenvolvido pelo pesquisador e associados de outros países.

Para realização deste trabalho, além da pesquisa de literatura, foi realizada pesquisa de campo para estudos de caso de quatro empresas, que atuam em projetos arquitetônicos de edifícios de múltiplos programas para o setor público e privado. O foco do estudo é a capacidade de utilização do BIM e evolução das mesmas no assunto, com o emprego do conceito de maturidade BIM.

Tendo como base a metodologia de avaliação desenvolvida pelo Prof. Succar, foram feitas visitas aos escritórios e entrevistas semiestruturadas com titulares ou coordenadores de projeto. Foi possível aferir quatro situações diferentes, uma para cada empresa, sendo que duas delas estão em estágios iniciais de maturidade em BIM e as duas outras tem maior desenvolvimento, pois, vêm utilizando o BIM há vários anos.

O resultado obtido corresponde aos relatos das experiências dessas empresas e tabelas de avaliação do grau de maturidade BIM, oriundas da metodologia desenvolvida por Bilal Succar. Foram avaliados e medidos o desempenho dentro das áreas de tecnologia, políticas e processos. Dada a diferença do estágio de desenvolvimento em BIM nas empresas, foi possível chegar a um resultado bastante rico.

Como corolário da pesquisa, foi possível salientar aspectos importantes da realidade do mercado na cidade de São Paulo, mostrando os principais desafios que as empresas encontram na utilização do BIM.

Palavras-chave: Maturidade BIM; Gestão de Projetos em BIM; Empresas projetistas de Arquitetura.

ABSTRACT

The objective of this research is to measure the degree of BIM maturity in Architecture project companies in the city of São Paulo. The methodological basis of this work is the methodology developed by Prof. Bilal Succar, from the University of Newcastle, Australia. Bilal Succar is the creator of BIM Excellence (BIME), a tool for performance evaluation of BIM, which represents an open international initiative to share the knowledge developed by the researcher and associates of other countries.

In addition to literature research, in this study was made a conducted field research for case studies of four companies, which work with architectural projects of buildings of multiple programs for the public and private sector. The focus of the study is the capacity to use BIM and their evolution in the subject, using the concept of maturity BIM.

Based on the evaluation methodology developed by Prof. Succar, there were made visits to the offices and semi-structured interviews with headlines or project coordinators. It was possible to measure four different situations, one for each company, two of them are in the early stages of BIM maturity and the other two have more development, since they have been using BIM for several years.

The result obtained corresponds to the reports of the experiences of these companies and BIM maturity evaluation tables, derived from the methodology developed by Bilal Succar. Performance was evaluated and measured within the areas of technology, policies and processes. Given the difference of the stage of development in BIM in the companies, it was possible to arrive at a quite rich result.

As a corollary of the research, it was possible to highlight important aspects of the market reality in the city of São Paulo, showing the main challenges that companies encounter in the use of BIM.

Keywords: BIM maturity; Project Management in BIM; Architectural design companies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de empresas por faixa de pessoal ocupado - Fonte: SINAENCO (2017)	5
Figura 2 - Taxa Real de Crescimento da Construção Civil - Fonte: IBGE – divulgado em CBIC Câmara Brasileira da Indústria e Construção – Fonte: < http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil > Acesso em: 01/03/2018	7
Figura 3 - Funções de Modelagem - Fonte: Guia Asbea de Boas Práticas em BIM (2013) - p.11.....	17
Figura 4 - Etapas do processo de Compatibilização - Fonte: Guia Asbea de Boas Práticas em BIM Fascículo II (2015) - p.19.....	23
Figura 5 - Fluxograma de projeto em BIM – Projeto Básico - Fonte: Guia Asbea de Boas Práticas em BIM Fascículo II (2015) - p.15 – Adaptação (recorte) da autora.	26
Figura 6 - Estrutura conceitual para gestão de projetos em BIM– Manzione (2013) p.192	28
Figura 7 - Nível de Maturidade do Projeto – Manzione (2013) p.195.....	31
Figura 8 - Macrofluxo do processo de projeto e modelagem – Manzione (2013) p.250.....	35
Figura 9 - Estrutura BIM e Conjunto de Capacidades – BIM Excellence Initiative – Disponível em: < http://www.bimframework.info/paper-a4/ > - adaptação e tradução da autora.....	37
Figura 10 - Campos BIM e Bim Players (Agentes do BIM) – SUCCAR (2013) – Disponível em: < http://www.bimframework.info/fields/ > - adaptação e tradução da autora	38
Figura 11 - Conjunto de Capacidades em BIM – BIM Excellence Initiative – Disponível em: < http://www.bimframework.info/2014/01/bim-capability-sets.html > - adaptação e tradução da autora	43
Figura 12 - Estágios BIM e Campos BIM – SUCCAR (2013) – Disponível em: < http://www.bimframework.info/fields/ > - adaptação e tradução da autora	46
Figura 13 - Níveis de maturidade BIM - BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução do Prof. Dr. Leonardo Manzione	49
Figura 14 - Matriz de Maturidade em BIM, Tecnologia – BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução de Prof. Dr. Leonardo Manzione	53
Figura 15 - Matriz de Maturidade em BIM, Processos – BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução de Prof. Dr. Leonardo Manzione	54
Figura 16 - Matriz de Maturidade em BIM, Políticas – BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução de Prof. Dr. Leonardo Manzione	55
Figura 17 – Matriz de Maturidade em BIM, Escala – BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução de Prof. Dr. Leonardo Manzione	56
Figura 18 - Escala gradativa para estudos de caso	60
Figura 19 - Competentes de Macro Maturidade BIM – (SUCCAR, 2015a) - adaptação e tradução da autora.....	61
Figura 20 - Matriz de Papéis de Difusão – (SUCCAR, 2015b) - adaptação e tradução da autora.	67

Figura 21 - Manzione (2018). Disponível em: http://www.makebim.com/2016/09/03/mohamad-kassem-estrategia-para-a-difusao-do-bim-no-brasil/	68
Figura 22 - Organograma da Empresa A.....	70
Figura 23 - Linha do Tempo Empresa A – da autora	73
Figura 24 - Organograma empresa B – da autora	90
Figura 25 - Linha do Tempo Empresa B	94
Figura 26 - Organograma Empresa C – da autora	107
Figura 27 - Linha do Tempo Empresa B – da autora	110
Figura 28 - Organograma Empresa D – da autora.....	124
Figura 29 – Linha do Tempo Empresa D – da autora	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de Maturidade BIM – adaptado de SANTOS (2016).....	58
Tabela 2 - Graus de Maturidade BIM – adaptado de SANTOS (2016).....	59
Tabela 3 - Matriz de Maturidade em Tecnologia, Empresa A.....	80
Tabela 4 - Matriz de Maturidade em BIM, Processos, Empresa A	81
Tabela 5 - Matriz de Maturidade em BIM, Políticas, Empresa A.....	81
Tabela 6 - Matriz de Maturidade em BIM, Estágios/Escalas, Empresa A	81
Tabela 7 - Índice de Maturidade em BIM, Empresa A – adaptado de SANTOS (2016).....	85
Tabela 8 - Graus de Maturidade em BIM, Empresa A – adaptado de SANTOS (2016).....	86
Tabela 9 - Pontuação por Campos do BIM, Empresa A – da autora.....	86
Tabela 10 - Matriz de Maturidade emTecnologia, Empresa B.....	99
Tabela 11 - Matriz de Maturidade em BIM, Processos, Empresa B	99
Tabela 12 - Matriz de Maturidade em BIM, Políticas, Empresa B.....	99
Tabela 13 - Matriz de Maturidade em BIM, Estágios/Escalas, Empresa B.	100
Tabela 14 - Índice de Maturidade BIM, Empresa B – adaptado de SANTOS (2016).....	103
Tabela 15 - Graus de Maturidade em BIM, Empresa B – adaptado de SANTOS (2016)	104
Tabela 16 - Pontuação por Campos do BIM, Empresa B – da autora.....	104
Tabela 17 – Matriz de Maturidade em Tecnologia, Empresa C	116
Tabela 18 - Matriz de Maturidade em BIM, Processos, Empresa C - da autora.....	116
Tabela 19 – Matriz de Maturidade em BIM, Políticas, Empresa C – adaptação da autora.....	116
Tabela 20 – Matriz de Maturidade em BIM, Estágios/Escalas, Empresa C - da autora	117
Tabela 21 - Índice de Maturidade em BIM, Empresa C – adaptado de SANTOS (2016).....	120
Tabela 22 - Graus de Maturidade em BIM, Empresa C – adaptado de SANTOS (2016)	121
Tabela 23 – Pontuação por Campos do BIM, Empresa C – da autora.	121
Tabela 24 – Matriz de Maturidade em Tecnologia, Empresa D.....	132
Tabela 25 - Matriz de Maturidade em BIM, Processos, Empresa	132
Tabela 26 – Matriz de Maturidade em BIM, Políticas, Empresa D - da autora	133
Tabela 27 – Matriz de Maturidade em BIM, Estágios/Escalas, Empresa D –da autora.	133
Tabela 28 - Índice de Maturidade em BIM, Empresa D – adaptado de SANTOS (2016).....	137
Tabela 29 – Graus de Maturidade em BIM, Empresa B – adaptado de SANTOS (2016).	138
Tabela 30 – Pontuação por Campos do BIM, Empresa D – da autora.....	138
Tabela 31 - Comparativo Estudo de Caso 02 (Empresa B) e Estudo de Caso 03 (Empresa C) – da autora.....	140
Tabela 32 - Comparativo Estudo de Caso 01 (Empresa A) e Estudo de Caso 04 (Empresa D) – da autora	142

LISTA DE ABREVIATURAS

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

BIM - Building Information Modeling - Modelagem da Informação na Construção

BIM³ - Tabela de Maturidade em BIM (Succar 2009 e BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT

Matriz de Maturidade BIM. Tradução do Prof. Dr. Leonardo Manzione)

BIMMI – Índice de Maturidade em BIM

BCF – “BIM Collaboration Format”, traduzido como Formato de Colaboração BIM

LOD - Level of Development - Nível de Desenvolvimento

LOI – Level of Information – Nível de Informação

ND – Nível de Desenvolvimento do Modelo

MBS – Model Breakdown Structure, traduzido como Estrutura de Divisão do Modelo

GLOSSÁRIO

- Pré-BIM – termo utilizado pelo pesquisador Bilal Succar (Succar 2009) para definir uma empresa ou organização antes do uso do BIM.
- ND – Nível de Desenvolvimento do Modelo – termo desenvolvido pelo prof. Dr. Leonardo Manzione (Manzione 2013) que tem como referência o conceito de LOD (Level of development (nível de desenvolvimento)). O termo em português, ND, une os dois aspectos da informação em um modelo BIM: nível de detalhe geométrico e nível de informações. Atualmente o termo é aceito pelas normas BIM de Santa Catarina e pelos manuais BIM do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.
- LOD- Level of Development (nível de desenvolvimento). é uma classificação criada pelo AIA (Instituto Americano de Arquitetura) que definiu diferentes níveis que representassem a quantidade e a qualidade de informação no modelo: LOD100; LOD 200; LOD300; etc. O termo foi documentado no “Project Building Information Modeling Protocol - G202” (Protocolo de Projeto da Modelagem da Informação na Construção) em 2013. (Manzione 2013)
- BIMPlayer – Termo que define o stakeholders do setor da construção que utilizam o BIM, como proprietários dos modelos, projetistas, construtoras, empresas de software, gerenciadoras, etc. Os BimPlayers (Succar 2009) podem ser indivíduos, organizações ou grupos.
- Arquivo RVT – é uma extensão de arquivo digital gerada a partir do software Revit da empresa Autodesk. Esse formato de arquivo segue um padrão de codificação de dados pertencente à Autodesk e, por isso, só pode ser aberto pelo software Revit, portanto é um “formato proprietário”. (Eastman et al. 2008)
- Arquivo PLN - é uma extensão de arquivo digital gerada a partir do software ArchCAD da empresa Graphisoft. Esse formato de arquivo segue um padrão de codificação de dados pertencente à Graphisoft e, por isso, só pode ser aberto pelo software ArchCAD, portanto é um “formato proprietário”. (Eastman et al. 2008)
- Arquivo IFC – “Industry Foundation Classes”, é uma estrutura de dados de padrão neutro ou “não proprietário”. É um padrão internacional que está em desenvolvimento desde 1997 pela buildingSMART. (Eastman et al. 2008)

- BCF – “BIM Collaboration Format”, é um padrão aberto voltado para a comunicação entre membros de uma equipe que utiliza o BIM. Ele foi desenvolvido pelas empresas Tekla Corporation e a Solibri, Inc. e segue o formato XML, do inglês Extensible Markup Language. O BCF possibilita rastrear um ponto de vista específico do modelo e fazer um comentário, passando um problema ou informação a outras pessoas da equipe. O BCF elimina a necessidade de transferir grandes arquivos pela Internet. O padrão se tornou uma especificação oficial da buildingSMART e é suportado por vários softwares como Solibri Model Checker, Tekla Structures, Tekla BIMsight e outros. (Manzione 2013)
- MBS – Model Breakdown Structure, traduzido como Estrutura de Divisão do Modelo, é um conceito de gerenciamento específico para modelos BIM, que vem do conceito WBS (Work Breakdown Structure). É uma organização que permite a agregação de vários modelos. A prática permite criar arquivos menores e menos complexos, com informações específicas, que serão associados em um modelo principal. Por exemplo, um edifício pode ser dividido em um modelo só com a escada; um só com o pavimento térreo; um só com a cobertura e um só com o pavimento-tipo. Esses modelos devem ter como referência a mesma coordenada geométrica, assim, quando associados, tem-se o modelo principal com o edifício completo.
- Omniclass – Construction Classification System. Em português traduzimos para Sistema de Classificação da Construção. Sua base é a norma ISO-12006-3 (2007) que foi traduzida na ABNT-NBR-ISO-12006-2 (2010) intitulada: “Construção de edificação: Organização de informação da construção – Parte 2: Estrutura para classificação de informação”. Fonte: <http://www.coordenar.com.br/sistemas-de-classificacao-da-informacao-do-edificio/>
- Clash Detection – traduzido como Detecção de Interferências. É um termo comumente utilizado pelo setor da AEC para identificar incompatibilidades geométricas no modelo BIM. É usado principalmente para compatibilizar projetos de diferentes disciplinas. (Manzione 2013)

SUMÁRIO

1	Apresentação	1
1.1	Introdução	1
1.1.1	Objetivos	2
1.1.2	Objetivo principal	2
1.1.3	Objetivo secundário	2
1.2	Metodologia.....	2
1.3	Perfil dos escritórios analisados e contexto	4
2	Revisão Bibliográfica	7
2.1	BIM: Contextualização.....	7
2.2	BIM: uma mudança no setor	11
2.3	Gestão BIM: gestão do modelo de uma única disciplina.....	16
2.4	Gestão BIM: processo de trabalho	20
2.5	Nível de maturidade do projeto	31
3	Metodologia desenvolvida pelo Prof.Bilal Succar	36
3.1	Introdução	36
3.2	Escala Organizacional.....	39
3.3	Níveis de Granularidade.....	40
3.4	Competências em BIM.....	41
3.5	Estágios de Capacidade em BIM	44
3.6	Maturidade em BIM	47
3.7	Matriz de Maturidade em BIM.....	51
3.8	Índice de Maturidade - <i>BIM Maturity Index (BIMMI)</i>	57
3.9	Apropriação do método de avaliação – especificidades desta pesquisa	59
3.10	Macro BIM	60
4	Estudo de Caso 1	70
4.1	Apresentação e Caracterização da empresa	70

4.2	Transição para o BIM.....	71
4.3	Tecnologia.....	73
4.4	Organização da empresa, processos e gestão de pessoas	74
4.5	Gestão em BIM.....	77
4.6	Previsibilidade na produção de projetos	79
4.7	Autopercepções dos conceitos do BIM, expectativas de evolução e metas.....	80
4.8	Avaliação de acordo com o Método Succar	80
4.9	Considerações Finais.....	86
5	Estudo de Caso 2.....	89
5.1	Apresentação e Caracterização da empresa	89
5.2	Transição para o BIM.....	90
5.3	Organização da empresa, processos e gestão de pessoas	94
5.4	Tecnologia.....	95
5.5	Gestão em BIM	97
5.6	Previsibilidade na produção de projetos	98
5.7	Autopercepções dos conceitos do BIM, expectativas de evolução e metas.....	98
5.8	Avaliação pelo Método Succar	98
5.9	Considerações Finais.....	104
6	Estudo de Caso 3.....	106
6.1	Apresentação da empresa	106
6.2	Transição para o BIM.....	107
6.3	Tecnologia.....	110
6.4	Organização da empresa, processos e gestão de pessoas	111
6.5	Gestão em BIM.....	113
6.6	Previsibilidade na produção de projetos	114
6.7	Autopercepções dos conceitos BIM, expectativas de evolução e metas	114
6.8	Avaliação pelo Método Succar	115

6.9	Considerações Finais.....	121
7	Estudo de Caso 4.....	123
7.1	Apresentação da empresa	123
7.2	Transição para o BIM.....	124
7.3	Tecnologia.....	127
7.4	Organização da empresa, processos e gestão de pessoas	128
7.5	Gestão em BIM.....	128
7.6	Previsibilidade na produção de projetos	130
7.7	Autopercepções dos conceitos BIM, expectativas de evolução e metas	131
7.8	Avaliação pelo Método Succar	132
7.9	Considerações Finais.....	138
8	Comparativo entre os Estudos de Caso	140
9	Conclusões	145
9.1	Validação da Matriz de Maturidade BIM ³	150
9.2	Atendimento aos objetivos da pesquisa.....	152
	Bibliografia.....	154
	APÊNDICE A - Questionário Semi-Estruturado para entrevista	158

1 Apresentação

1.1 Introdução

Há pelo menos trinta anos o termo *Building Information Modeling* é difundido (EASTMAN et al., 2008). O BIM mais que uma tecnologia ou processo de trabalho é um conceito amplo que envolve todo o ciclo de vida de um edifício: projeto, construção e uso. De acordo com Santos (2016), ainda existe uma confusão no mercado nacional sobre o BIM, no que tange ao conceito e ferramentas dessa metodologia.

“Esse tipo de confusão gera mitos em torno das metodologias do BIM, confusões conceituais que acabam por se tornar verdadeiras barreiras para uma avaliação correta dos benefícios que essa nova abordagem pode trazer, assim como as reais dificuldades a serem superadas no seu processo de implementação.”

(SANTOS, 2016, p.20)

Assim, o conceito BIM, muito mais que alterações nas ferramentas de projeto, também altera as relações da AEC em seus aspectos políticos, processuais e tecnológicos. O ápice dessas modificações geraria uma situação de colaboração efetiva entre os diferentes agentes de um projeto. Coelho (2016) comenta que as mudanças nos processos podem gerar impactos na produtividade e no desenvolvimento dos projetos, uma vez que exigem maior integração e colaboração. Santos (2016) coloca que o trabalho em BIM pode aumentar a segurança de todo o processo e diminuir o risco de modificações em fases avançadas de projeto ou obra. As mudanças tardias no projeto podem causar alterações de custos, desperdícios de materiais e outros prejuízos na obra. O BIM pode ajudar a superar ou evitar este tipo de situação, já que preconiza o resultado de um trabalho colaborativo e integrado. O pesquisador afirma que a tomada de decisões antecipadas no projeto de Arquitetura pode proporcionar ganhos globais como a maior qualidade do projeto, melhor integração de projetos complementares, redução de desperdícios, maior segurança no cumprimento de prazos, redução de custos e facilidade na operação e manutenção, entre outros.

Além disso, sobre as alterações do processo de trabalho, Manzione (2013) demonstra em sua tese como o fluxo de projeto é alterado com a utilização do BIM. De acordo com ele, o processo

seccionado por entregas de documentos 2D (desenhos, tabelas, relatórios e outros) é alterado para “um processo baseado na evolução do grau de maturidade do modelo BIM”. Portanto, a utilização do BIM demanda uma alteração no modo de trabalho e no gerenciamento do processo de projeto.

Succar (2009) afirma que a visão a longo prazo de BIM, dominando as áreas de políticas, processos e tecnologia, pode ser representado pelo IPD – Integrated Project Delivery, termo popularizado pelo American Institute of Architects California Council. O pesquisador desenvolveu uma série de conceitos para compreender melhor a evolução do BIM dentro de uma empresa, grupo ou instituição.

1.1.1 Objetivos

1.1.2 Objetivo principal

O objetivo desta pesquisa é medir o grau de maturidade em BIM das empresas de projeto de Arquitetura utilizando a metodologia de análise do Prof. Bilal Succar.

1.1.3 Objetivo secundário

O objetivo secundário é validar a metodologia e averiguar se sua aplicação pode fomentar a evolução das empresas, na medida em que permite o planejamento de tomada de decisões.

1.2 Metodologia

O procedimento desta pesquisa se divide em duas partes: primeira, revisão bibliográfica sobre o tema do BIM e sobre a estrutura conceitual de Bilal Succar; segunda, apresentação de quatro estudos de caso, onde se analisa quatro escritórios projetistas de Arquitetura situados na cidade de São Paulo e, para tanto, foi utilizando o método de avaliação qualitativo e quantitativo da Matriz de Maturidade em Bim BIM³ desenvolvida pelo pesquisador Bilal Succar.

Sobre a revisão bibliográfica, o referencial teórico deste trabalho tem como base teses, dissertações, artigos científicos, normas, manuais e publicações em websites sobre o tema do BIM, focando na utilização do mesmo por empresas projetistas no Brasil. Como era necessária a

compreensão de conceitos inerentes ao tema, tais como gestão de projetos em BIM e impactos do BIM na AEC, também foram consultados autores que discorressem sobre os respectivos assuntos.

Como já mencionado, outro ponto da revisão bibliográfica trata dos conceitos desenvolvidos por Succar. A grande base teórica deste trabalho se funda nos textos do próprio autor, largamente distribuídos em diversos meios acadêmicos e de forma “on-line”. Além disso, foram buscados autores que já estudaram a estrutura teórica de Succar ou que se apoiaram nela para desenvolver seus trabalhos.

Os estudos de caso ocorreram no primeiro semestre do ano de 2017, sendo certo que para a coleta de dados foram utilizadas entrevistas semiestruturadas e observação “*in loco*”. As entrevistas foram realizadas com pelo menos dois colaboradores (arquitetos) dos escritórios, dentre eles sócios, coordenadores de projetos ou gerentes do BIM. O Apêndice A contempla o roteiro utilizado para estas entrevistas. Nesse estudo o histórico da empresa, notadamente no que se refere ao processo de implantação do BIM foi crucial. Foram abordados temas dentro dos três Campos do BIM (*Bim Fields*) de Succar, quais sejam: tecnologia, processos e políticas. As relações das empresas com outros projetistas e outros agentes do setor foram questionadas. Ao final se verificou as autopercepções dos entrevistados sobre a empresa.

Na observação “*in loco*” foi observada a organização do fluxo de trabalho interno da equipe em BIM. Além disso, foram visualizados documentos de registro e documentação do processo de trabalho, tais como planos de interoperabilidade, relatórios de compatibilização e outros. As empresas restringiram o acesso a alguns dados, como por exemplo, aos modelos BIM e processos de negociação.

Após a coleta de dados, foi feita a análise das empresas pela matriz de Maturidade BIM de Succar, que atribui um Nível de Maturidade para cada escritório, já que tal processo possibilita uma base de comparação entre os resultados obtidos.

Sobre a metodologia de avaliação de Succar, Santos (2016, p.27) afirma que ela: “(...) permite não apenas avaliar o status da organização, mas também visualizar passos futuros que

levem a níveis mais altos de maturidade e, com isso, um processo de permanente melhora no desempenho.”

Ao final, a união entre o resultado dos dados obtidos na pesquisa de campo com as teorias e conceitos aferidos na pesquisa bibliográfica, conduz a conclusões sobre as atuações das empresas pesquisadas e sua relação com a AEC brasileira. Também foram elaboradas sugestões para ações futuras no fomento à evolução BIM das mesmas. Considerou-se a avaliação desta pequena amostra de escritórios projetistas de Arquitetura de São Paulo como exemplar, pois, as empresas escolhidas são típicas e representativas do mercado da região.

1.3 Perfil dos escritórios analisados e contexto

O Sinaenco (Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva), em seu relatório denominado “Perfil Arquitetura e Engenharia Construtiva 2017”, aponta que no ano de 2015 o setor tinha um total de 61.506 empresas ativas das quais a maioria eram empresas “pequenas”. As que possuíam menos de 20 pessoas envolvidas (sócios, dirigentes ou celetistas) correspondiam a 96,68% do total, sendo que as empresas com 20 ou mais profissionais ocupados constituíam apenas 3,32% do total, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Número de empresas por faixa de pessoal ocupado - Fonte: SINAENCO (2017)

Faixas de profissionais ocupados	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Participação 2015 (%)
TOTAL	39.597	43.712	47.152	50.898	52.657	56.956	60.887	59.507	61.506	100,0%
0 a 4	34.499	37.813	40.650	43.660	44.713	48.421	52.030	50.622	52.718	85,7%
5 a 9	2.565	2.914	3.133	3.445	3.754	4.051	4.224	4.372	4.545	7,4%
10 a 19	1.351	1.482	1.686	1.867	2.011	2.256	2.286	2.256	2.198	3,6%
20 a 29	410	495	564	604	721	672	752	691	667	1,1%
30 a 49	331	425	461	538	590	648	650	647	581	0,9%
50 a 99	214	309	357	400	445	450	481	472	409	0,7%
100 a 249	137	170	182	253	267	306	286	291	253	0,4%
250 a 499	54	61	66	78	86	88	108	93	79	0,1%
500 ou mais	36	43	53	53	70	64	70	63	56	0,1%

Fonte: CEMPRE.

O relatório atribui esse cenário à crise política e econômica, pois, naquele momento, foram reduzidas as contratações de serviços e serviços já contratados foram suspensos. Uma das consequências da crise foi a redução de equipes de grandes empresas e parte dos profissionais desligados constituíram novas micro, pequenas e médias empresas.

O documento ainda aponta que nos setores de 0 a 4 e de 5 a 9 (profissionais por empresa), houve crescimento no número de profissionais ocupados. As demais faixas apresentaram resultados negativos. Levando em consideração esse cenário, a presente pesquisa se mostra atual e relevante, pois os estudos de caso levantados apresentam empresas que se enquadram no perfil de maior representatividade no setor. Além disso, o estudo se baseia em empresas que sofreram variações no número de pessoal ao longo dos últimos anos, absorvendo as variações do mercado.

Foram escolhidas para esta pesquisa pequenas empresas que utilizassem o BIM e que contam com equipes que têm variação próxima de dez profissionais. Tais equipes são formadas, basicamente, por arquitetos e muito poucos (ou nenhum) funcionários administrativos. Além disso,

outro caráter de flexibilidade da empresa que foi levado em consideração foram as diferentes áreas de projeto de Arquitetura incorporadas, pois, todas realizam tipologias de projetos bastante distintas para o setor público e privado. Outro critério para escolha das empresas foi sua referência no mercado com relação ao uso de BIM ou realização de projetos em BIM.

Um fator muito interessante de semelhança entre referidas empresas é a multiplicidade de temas de projetos desenvolvidos, que vão do setor público ao privado, variando de pequenos edifícios aos de grandes áreas para atendimento de volumoso contingente de público, como terminais de transportes, edifícios comerciais e de lazer. As empresas mostram uma eficiente adaptabilidade do trabalho e atuação abrangente na AEC. Elas também usam dois softwares de modelagem diferentes, sendo que duas modelam com o Revit (da Autodesk) e duas com o Archicad (da Graphisoft), fatores que geram consequências na sua implantação do BIM, desde custo de licenças até aprendizagem das ferramentas.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 BIM: Contextualização

Coelho (2017), analisando dados da CBIC e IBGE, afirma que o melhor desempenho da construção civil do Brasil foi alcançado em 2010, com taxa de crescimento de 11,6%. Para a autora, os fatores que proporcionaram esse crescimento foram: aumento do crédito; queda das taxas de juros; programas de incentivos públicos em infraestrutura; redução de impostos; aumento da renda dos ocupados e da massa de salários. Entretanto, nos últimos anos, foi observado no Brasil uma variação muito grande no crescimento do setor da Construção Civil, com um pico de desaceleração no ano de 2015, conforme mostra a Figura 02.

Figura 2 - Taxa Real de Crescimento da Construção Civil - Fonte: IBGE – divulgado em CBIC Câmara Brasileira da Indústria e Construção – Fonte: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>> Acesso em: 01/03/2018



Nesse sentido Abaurre (2014) comenta que em um cenário de crise o setor procura por maiores índices de produtividade ao buscar novas tecnologias e processos em países onde a construção é mais industrializada. Como exemplo de avanço, realizados pelo setor internacional, Abaurre (2014) cita o primeiro volume da *National Building Information Modeling Initiative*, de julho de 2012, publicado pelo departamento da Indústria, Inovação Ciência, Pesquisa e Educação Terciária da Austrália. Este foi um resultado de projetos e eventos com a Australasia BuildingSMART. A publicação fez recomendações no sentido de coordenar ações do setor com as ações governamentais, incentivando o uso do BIM.

De acordo com Coelho (2017) a indústria da construção civil no Brasil, quando comparada com outros setores, é estigmatizada como atrasada, pois, se considera que ela possui baixa produtividade, alto nível de desperdício e pouca qualificação da mão de obra, fatores que podem colaborar pela baixa qualidade do produto final. A autora aponta que uma mudança no setor é necessária para melhorar o desempenho das empresas da AEC e aponta o BIM como fator preponderante para tal.

Para Coelho (2017) a inovação deve ser uma estratégia de negócio e deve ser avaliada quanto ao retorno do investimento. É certo que existe um custo para a implantação do BIM, relativo à compra de software, hardware, treinamento da equipe e mudança nos processos. Além disso, para o sucesso da implantação é preciso rever os métodos de trabalho. Para Coelho (2017) a implantação do BIM deve possibilitar à empresa maior competitividade dentro de seu setor e garantir sua sobrevivência.

Nesse sentido, Abaurre (2014) e Coelho (2016) comentam que desde 2007 algumas empresas brasileiras do setor privado vêm tentando implantar o BIM. Coelho (2016) cita que as empresas Gafisa, Tecnisa, JHSF, SINCO e Odebrecht iniciaram seu processo de implantação em meados de 2011, ações que foram seguidas pelo setor público que passou a demandar projetos em BIM para a Petrobras, CPTM, Metro, DNIT e Infraero.

Souza (2009) apresenta uma pesquisa baseada em questionário eletrônico com um total de treze empresas projetistas de Arquitetura, sendo sete situadas no Rio de Janeiro, cinco em São Paulo e uma em Curitiba. Já em 2009 a pesquisa levantou resultados sobre como as empresas estavam lidando com a implantação do BIM, utilizando como amostra empresas de tamanho semelhante às avaliadas nesta pesquisa, com até quinze funcionários. Dos entrevistados a maioria utilizava o BIM há pouco tempo, sendo o maior tempo de uso o de quatro anos. A maior parte das empresas utilizava o BIM em caráter experimental, em projeto piloto, e apenas 23,08% utilizava o BIM em todos os projetos.

Dos fatores motivacionais para a utilização do BIM, ou seja, das características inicialmente desejadas, as empresas citaram respectivamente: qualidade de projeto; facilidade de modificações de projeto; diminuição de prazos de entrega e carga horária por projeto; melhoria da apresentação. Sobre as dificuldades de implantação do BIM enfrentadas, foram elencadas: resistência à mudança

por parte da equipe; incompatibilidade com parceiros de projeto; adequação ao software de modelagem; carência de profissionais especializados; custo de aquisição do software; falta de infraestrutura de TI; tempo de treinamento da equipe; dificuldades de adaptação ao software; problemas de adaptação do software aos padrões brasileiros e outros.

Das vantagens que o BIM proporciona, os entrevistados identificaram em ordem crescente: visualização 3D; facilidade de modificações em projeto; possibilidade de simulações; geração automática de quantitativos; menor preocupação com a representação gráfica e outros. Além disso, foram citados fatores de qualidade proporcionados pelo BIM como antecipação de problemas; facilidade para definir soluções de projeto; facilidade de compatibilização entre projetos; padronização da representação e melhor entendimento do projeto pelo cliente e por outros projetistas.

No mais, a pesquisa mostrou que as empresas ainda utilizavam o software Autocad como ferramenta para produzir parte de seus produtos e que poucas empresas (7,41%) geravam entregáveis em BIM como modelos em formatos proprietários e nenhuma empresa entregava arquivos no formato IFC. Outro ponto de destaque é a pouca absorção do BIM por projetistas de outras áreas que não a de Arquitetura, assim, a tecnologia de modelagem é utilizada mais como facilitadora do processo de projeto dentro do escritório de Arquitetura.

O levantamento de dados feito por Souza (2009) é interessante para identificar um diagnóstico das expectativas e desafios que as empresas de Arquitetura estavam encontrando naquele momento. É possível comparar esses dados à pesquisa feita oito anos depois por Coelho (2017), na qual a pesquisadora analisa três empresas projetistas de Arquitetura que já passaram pelas fases iniciais de implantação do BIM, duas em São Paulo e uma em Porto Alegre. As empresas citam que alguns benefícios da adoção do BIM como: automatização de processos e da extração de dados; redução de erros em relação às informações extraídas do projeto; melhoria da compatibilização entre Estrutura e Arquitetura; melhoria da comunicação entre a equipe sobre os pontos críticos da edificação; maior quantidade de informação da documentação 2D com a combinação de detalhes e cortes 2D e 3D.

Sobre as maiores dificuldades são citados: lacunas de conhecimento entre agentes; falta de continuidade da cadeia produtiva; entregas para o cliente em documentos 2D; dificuldades na interoperabilidade dos sistemas.

Analisando as duas pesquisas observamos que, mesmo com oito anos de diferença, as empresas apontaram dificuldades e benefícios do uso do BIM semelhantes. Uma diferença seria que a pesquisa de Coelho (2017) já mostra maior interação dos projetistas de Arquitetura com projetos complementares também realizados em BIM, proporcionando interações mais complexas quanto à interoperabilidade.

Para que aconteça o fomento do BIM na indústria da AEC temos alguns esforços governamentais, por exemplo:

- Caderno BIM ou termo de referência para desenvolvimento de projetos. Desenvolvido pelo Governo do Estado de Santa Catarina como parte da documentação de licitação para elaboração do projeto de um hospital. Para desenvolvimento do Caderno, foi criado em abril de 2014 um grupo técnico, vinculado à Secretaria de Estado do Planejamento.
- ABNT/CEE-134 – modelagem da informação na Construção – NBR. Esta norma determina terminologias e estruturas de classificação para a modelagem da informação e, segundo Coelho (2017, p.25), serve para nortear métodos de avaliação, escopos de trabalho, padrões técnicos e outros parâmetros.
- GTBIM (Grupo de trabalho) do CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo) que realiza ações junto às instituições de ensino;
- AGESC (Associação e Gestores e Coordenadores de Projeto) que oferece cursos capacitantes aos profissionais em questão;
- O Sinaenco (Sindicato da Arquitetura e Construção) que realiza palestras para os escritórios de projeto com fins de conscientização e introdução dos conceitos de modelagem;
- CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) que produziu um documento chamado “Coletânea - Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC”
- AsBEA (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura) lançou em 2013 o “Guia AsBEA de Boas Práticas em BIM: Fascículo I” e em 2015 o “Guia AsBEA de Boas Práticas em BIM: Fascículo II”.

Neste ano de 2018, foi realizado Seminário em Brasília, organizado pela CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) juntamente com o SENAI Nacional (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), com diversos palestrantes, entre eles, o Prof. Bilal Succar, todos com o objetivo de discutir as mudanças do cenário da AEC brasileira para engajar o BIM.

O Guia AsBEA (2015 – p.2) afirma que o setor está em um segundo momento de amadurecimento na implantação do BIM nos escritórios de projeto no Brasil. Para o grupo, foram superadas as primeiras dificuldades de aprendizagem de novas tecnologias e já foram observadas as necessidades de abandonar antigos processos de projeto do cenário Pré-BIM. Quanto ao papel do arquiteto dentro destas mudanças, Coelho (2017) faz um comentário bastante interessante:

“Percebe-se assim que o perfil do arquiteto contemporâneo se estenderá além da sua capacidade de desenhos manuais, ou de sua criatividade, mas será aperfeiçoado com uma sólida formação em tecnologia aliada a uma formação técnica ampla e mais abrangente. A partir disso as empresas de projeto poderão se tornar agentes mais ativos dentro da cadeia produtiva agindo de forma mais colaborativa dentro do seu setor de projeto e na relação com os demais agentes”.

(Coelho (2017) – p. 273)

2.2 BIM: uma mudança no setor

O Guia AsBEA (2015) afirma que a implantação do BIM é vinculada a uma mudança de cultura e que serão necessários investimentos em infraestrutura, treinamento e na revisão do processo de trabalho. O sucesso da implantação do BIM em uma empresa ou organização depende do envolvimento da alta gerência e de toda a equipe, principalmente se esta for heterogênea, com diferentes níveis de experiência profissional e aptidão para novas tecnologias.

Coelho (2017) comenta que, nas etapas iniciais de implantação do BIM, o planejamento deve levar em consideração características particulares das empresas sendo importantes o diagnóstico prévio e o plano de ação. Deve ser feito um cronograma de ações, com metas claras, mas flexível à momentos críticos da empresa. A autora coloca que a escolha do software de modelagem é fundamental, que devem estar claras as dificuldades e facilidades antes da escolha, e que a consultoria externa não é garantia de sucesso, mas pode auxiliar e agilizar o processo de transição.

O objetivo para a adoção do BIM, de acordo com o Guia AsBEA (2013), deve levar em consideração algumas questões como uma meta para utilização do BIM; tipologias de produtos a serem entregues; qual o uso final dos modelos; quais os projetos que a empresa utilizará o BIM e qual o diferencial que o BIM pode trazer para a empresa.

Eastman e al. (2008) observam que as empresas de projeto que adotarem o BIM perceberão que os custos e dificuldades iniciais serão compensados pelos benefícios de produtividade no nível da documentação do edifício. Os autores também apontam como benefícios a redução de erros de projeto e a melhoria de produtividade ao longo do tempo.

De acordo com Santos (2016), a adoção do BIM tem como consequências a redução da imprevisibilidade e ganho de produtividade. Os benefícios são muito relevantes:

“Entre essas soluções (para dificuldades presentes no setor da Construção Civil), pode-se enumerar a valorização da fase de projeto e a integração das partes como meio de se evitar desperdícios e otimizar os processos em obras; a melhoria da qualidade dos projetos; a inovação tecnológica que permite um melhor controle da construção e automatização de etapas; controle mais preciso de orçamento e mais segurança no cumprimento de prazos, entre outras.”

(SANTOS, 2016, p.16)

Além dos ganhos de integridade e controle, a modelagem da informação é uma inovação que pode promover a integração entre os agentes da construção, melhorando o processo de trabalho.

Manzione (2013) comenta que a complexidade dos projetos atuais demanda novas práticas de trabalho baseadas em experiências colaborativas. A implicação dessas relações é o aumento do nível de confiança entre os parceiros e o avanço sobre os obstáculos comumente encontrados durante o processo de projeto, tais como: falta de integração, comunicação e desinteresse pelo trabalho colaborativo dos participantes; diferentes objetivos; processo fragmentado; metodologia inadequada, resistência ao uso de TI, entre outros. Manzione (2013) coloca que o projeto, como trabalho semiestruturado, compreende incertezas e interatividade, o que torna difícil seu planejamento e a coordenação num esforço contínuo de negociação entre os agentes envolvidos. Sobre a evolução do processo de projeto e de seus produtos finais, Melhado (1994) comenta que:

“Dentro de um contexto de mudanças em busca de qualidade no setor, se não houver uma mudança nos métodos de elaboração e controle de projeto, os resultados em termos de produto final ainda estarão aquém do pretendido – pois, torna-se fundamental dar ao projeto, entre outras atribuições, a de servir como um “canal” para a transmissão da evolução tecnológica.”

(MELHADO, 1994, p.47)

Melhado (1994) analisa diferentes definições do que seria o projeto. O autor enfatiza a visão de projeto como um serviço, em detrimento da visão de projeto como um produto e, comenta que o projeto precisa ser encarado como um processo. Para o autor a qualidade do projeto está associada ao contexto em que ele foi produzido. Assim sendo, o BIM corrobora com a visão de projeto proposta pelo autor, uma vez que a natureza do trabalho em BIM pressupõe mudanças culturais e tem potencial para alterar premissas do setor da AEC sobre o projeto e, principalmente, sobre o processo no qual ele é produzido.

O modelo convencionalmente utilizado no planejamento e controle do processo de projeto de edifícios é o de entregas de desenhos. De acordo com Manzione (2013), esse modelo comumente utilizado na AEC não leva em consideração o fluxo de informações e prolonga o tempo de projeto. Ele se baseia no princípio de que o trabalho a ser executado pode ser feito subdividindo-o em partes. Contudo, o seccionamento não garante a otimização dos recursos, melhoria do processo e atendimento aos requisitos do cliente. A gestão de tarefas é isolada, sem trabalho colaborativo e ainda existe uma elevada carga de retrabalho. A detecção de erros de projeto ocorre somente em fases adiantadas, o que representa desperdício de tempo e baixa qualidade final.

De acordo com Abaurre (2014), a antecipação de decisões e atividades em um projeto colaborativo em BIM gera a simultaneidade de projetos e um aumento da quantidade de informações nas etapas iniciais de projeto. Isso se difere do modelo de negócio tradicional da AEC, no qual as maiores parcelas de pagamento aos projetistas acontecem em etapas mais avançadas de trabalho. A pesquisadora ainda coloca que no processo colaborativo é exigido um maior envolvimento das partes no início do projeto. Nesse sentido o BIM promove mudanças nos processos de trabalho atuais.

“Assim como em outros países, no Brasil são identificadas necessidades de ampla reformulação. A tecnologia do Building Information Modeling (BIM) e o trabalho colaborativo têm sido considerados o estágio superior a ser alcançado nessa linha de evolução (...).”

(MANZIONE, 2013, p.3)

De acordo com Santos (2016), as necessidades de mudança relativas a processos e gestão são frequentemente ignoradas pelos escritórios de Arquitetura quando iniciam o processo de implantação. O BIM implica em uma mudança cultural que não é óbvia para aqueles mais

envolvidos no paradigma Pré-BIM, pois, as alterações de trabalho vão além da esfera individual ou de uma equipe.

Nesse sentido, apesar dos evidentes benefícios da adoção do BIM na melhoria e eficiência da gestão de projetos, sua implantação tem encontrado obstáculos, como mencionados por Manzione (2013): falta de treinamento, de incentivos nos negócios, lucros baixos, resistência à mudança dos processos atuais de trabalho, entre outros. Decorre disso que muitos tendem a usar o BIM como uma tecnologia e não como um processo integrado e inteligente. Para o pesquisador, há necessidade de ambientes colaborativos; mudanças nos paradigmas da AEC e motivação de agentes e clientes. De acordo com Manzione (2013) a adoção do BIM tem sido lenta. Ele comenta que na AEC os projetos acontecem em associações temporárias de equipes multiorganizacionais e os fatores inibidores da adoção do BIM podem ser a falta de clareza das responsabilidades e dos benefícios da sua utilização. Assim, existem diversos fatores que dificultam a transposição do atual modelo de execução de projetos para um modelo mais interativo preconizado e suportado pelo BIM.

Acerca das mudanças a serem encaradas pelo setor, diversos autores comentam as dificuldades de cooperação entre as diferentes equipes ou *stakeholders* envolvidos no projeto. Por exemplo, Melhado (1994) menciona que a estrutura de relações dentro do mercado de construção faz com que uma ação de melhoria de qualidade de projeto de uma empresa dependa:

“(...) da participação de outros agentes dentro do mercado e da criação de um contexto geral do setor, o qual apresenta relações complexas, dificultando mudanças; isto afeta também a atividade de projeto.”

(MELHADO, 1994, p.49)

Melhado (1994) aponta que o setor de construção de edifícios tem dificuldades como falta de organização e articulação das empresas no que tange a evolução tecnológica. Para contornar essas dificuldades seria preciso utilizar novas filosofias que conduzam a novos procedimentos.

Eastman e al. (2008) comentam que, no BIM, é necessário que todas as partes concordem com novos métodos de trabalho mais colaborativos, o que requer a definição de estruturas de intercâmbio.

O Guia AsBEA (2015) comenta que o processo de trabalho em Pré-BIM é sequencial, com entregas consecutivas de pacotes de documentos e informações. Ao contrário, em BIM o trabalho de colaboração entre as disciplinas é contínuo e concomitante. Os parceiros devem compartilhar os mesmos conceitos BIM e serem capazes de compartilhar os ganhos das tecnologias e ferramentas. Logo, a cooperação dos agentes e a interoperabilidade são fatores essenciais.

Manzione (2013) observa que os agentes irão utilizar *softwares* diferentes, de diferentes fabricantes, e que a diversidade pode se tornar uma barreira para a plena cooperação dos agentes da AEC. Portanto, para que exista a organização e mobilização do setor da AEC para a utilização do BIM, é preciso encarar a interoperabilidade como fator preponderante e essencial. Coelho (2017) define interoperabilidade da seguinte maneira:

“Nenhuma ferramenta sozinha pode suportar todas as tarefas associadas ao projeto, e a interoperabilidade representa a necessidade de passar dados entre as ferramentas BIM. A interoperabilidade identifica a necessidade de passar dados entre aplicações e elimina a necessidade de gerar dados de entrada que já foram criados.”

(Coelho (2017) – p.80)

Conforme observado por Manzione (2013) após analisar diferentes definições sobre o tema, a interoperabilidade não é uma questão plenamente tecnológica, mas que remete a uma organização dos processos empresariais e da cooperação. Logo, é preciso olhar para todas as trocas de informações do processo de projeto em BIM, as trocas de arquivos digitais e outras.

Sobre interoperabilidade, é preciso criar padrões entre os agentes para que as comunicações, trocas de arquivos e informações sejam feitos. Para citar um padrão de mercado internacional, temos a IDM (*Information Delivery Manual*), que é uma metodologia de modelagem de processos, desenvolvido exclusivamente para o setor da construção pela buildingSMART, para criar padrões na comunicação entre agentes da AEC. A justificativa para a criação do documento é a de que deve estar claro como e quando devem ser trocadas as informações e ela se consiste nas seguintes partes: mapas de processo, requisitos de troca e modelos de requisitos de troca.

A IDM explica que muitos softwares suportam o IFC e que, além dos padrões de trocas de arquivo, os agentes devem estabelecer padrões de trocas de informações para o processo de negócios. Para ilustrar aspectos importantes da colaboração em BIM, iremos pontuar dois conceitos da IDM:

- O Mapa de Processos, como definido na IDM, é a descrição do fluxo de atividades dentro do limite de um tópico específico. Seu objetivo é configurar as atividades dos atores envolvidos e das informações geradas ao longo do processo. Manzione (2013) comenta que um Mapa de Processos identifica o fim e o começo de um evento, os momentos onde as informações devem ser trocadas e os momentos de tomada de decisão. Seu objetivo é esclarecer e unificar o conhecimento dos agentes.
- Requisitos de troca entre agentes: é um conjunto de informações que precisam ser trocadas para dar suporte a um negócio ou a um estágio do projeto. Manzione (2013) coloca que, no âmbito da troca de informações, os requisitos são as respostas para as questões: quem; por quê; quando; o quê; de quem.

Dessa forma, a gestão de projetos em BIM pressupõe novos desafios e existem aspectos do gerenciamento da modelagem da informação, ou seja, do arquivo digital, e aspectos de gerenciamento do fluxo de trabalho e as interfaces do processo de projeto. Eastman e al. (2008) comentam que o BIM evidencia os papéis e as responsabilidades de cada parte, por isso promove maior transparência nas negociações e nos contratos e torna mais clara a geração de valor do trabalho do arquiteto.

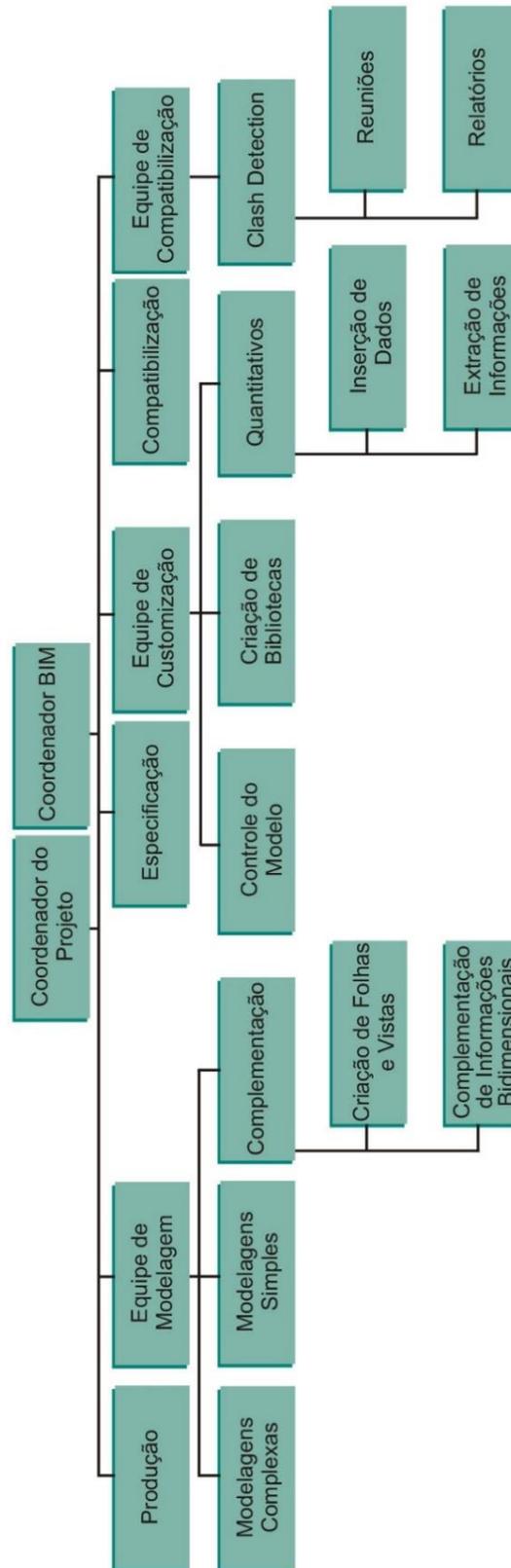
“(...) o que está sendo chamado de Modelagem da Informação (BIM) pode ser considerado revolucionário, porque transforma a maneira de pensar do arquiteto, substituindo desenhos por uma nova fundação para a representação de projetos e por auxiliar na comunicação, na construção e no arquivamento baseados em modelos digitais 3D.”

Eastman e al. (2008) – p.150

2.3 Gestão BIM: gestão do modelo de uma única disciplina

Esse tópico irá falar especificamente sobre a gestão do modelo, analisando o Fascículo de Boas Práticas BIM do GTBIM AsBEA (2013). O guia oferece referências de procedimentos de gestão, como uma matriz de responsabilidade sobre a modelagem. De acordo com o documento, a equipe de projeto tem novos papéis, que são somados àqueles que ela já desenvolvia em um cenário Pré-BIM e que podem ser divididos em funções de projeto e funções da gestão da informação.

Figura 3 - Funções de Modelagem - Fonte: Guia Asbea de Boas Práticas em BIM (2013) - p.11



Assim, no sistema de gerenciamento do modelo criado pelo Guia AsBEA (2013) temos a Figura 3. Nela vemos que existem duas figuras de maior hierarquia, o Coordenador de Projetos e, em separado, o *Coordenador do BIM*. As funções de modelagem então se dividem em três abas: Produção; Especificação e Compatibilização, de onde se ramificam as funções de modelagem.

Sobre as funções de projeto, o Guia AsBEA (2013) aponta que modelagens complexas, de maior responsabilidade, devem ser feitas por um profissional com maior domínio técnico e domínio da tecnologia. Seriam decisões de configuração do modelo e do projeto, tomadas no início do projeto, tais como lançamento de eixos, níveis e coordenadas, além de modelagens importantes como escadas.

As modelagens consideradas complementares pela AsBEA seriam, por exemplo, inserção de portas, acabamentos, equipamentos sanitários, divisórias, etc. Esta modelagem pode ser feita por profissionais da equipe com menos conhecimento das ferramentas e da disciplina de projeto.

Existem ainda as funções de complementação dos desenhos, como a inserção de legendas, chamadas e identificações, anotações, etc. Essas ações são as mais simples e o profissional que as executa não precisa de muito conhecimento das ferramentas, por isso, podem ser usadas como introdutórias do conhecimento sobre a tecnologia.

A quarta função de projeto, definida pelo Guia AsBEA (2013), é a compatibilização. O manual enfatiza que ela é de responsabilidade de todos aqueles com acesso ao modelo, que podem identificar conflitos intradisciplinares ou multidisciplinares. Contudo, é preciso uma *verificação interdisciplinar sistêmica* (Guia AsBEA (2013) p.11) que cabe ao profissional mais maduro da equipe de projeto, que deve levar em consideração diversos fatores de projeto e concretização do mesmo em obra. A compatibilização pode ser feita por qualquer *software* compatível com a função. O manual afirma que o responsável pela função deve produzir relatórios de interferência, distribuídos de acordo com as revisões de projeto. Esses relatórios são fundamentais para a rastreabilidade da informação e das solicitações de modificações, contudo, ele não cita ao certo qual o formato de solicitação deve ser feito. Não é mencionado, por exemplo, o padrão BCF, *BIM Collaboration Format*, que permite uma visualização da interferência e solicitação de alteração dentro do próprio modelo.

Quanto à compatibilização de projeto, é importante fazer uma observação para ressaltar a diferença entre a “análise crítica” e “compatibilização de projetos”, definidas e diferenciadas por Manzione (2013). “Análise crítica” é a avaliação do conteúdo do projeto, levando em consideração aspectos de qualidade, atendimento às normas, construtibilidade, etc. Compatibilização é a análise de interferências geométricas entre projetos de diferentes disciplinas. De acordo com o autor, as facilidades tecnológicas oferecidas pelo BIM facilitam esse processo, com ferramentas como “*clash detection*” (detecção de conflitos). Não obstante, podem existir validações dos modelos baseadas em regras que são sistemas que verificam se certos aspectos do modelo atendem às normas e padrões desejados. O pesquisador comenta que a compatibilização geométrica é uma habilidade proporcionada pelo BIM bastante conhecida do mercado, contudo, a compatibilização baseada em regras, pode ajudar mais efetivamente na “análise crítica” de projetos.

O Guia AsBEA (2013) comenta que a gestão da informação é uma forma de auditoria de qualidade dos dados inseridos no edifício virtual, que são extraídas através de representações bidimensionais, tabelas e memoriais. Para o manual o coordenador geral é responsável por organizar essa construção virtual, organizando e confirmando revisões do modelo quanto à checagem visual, verificação de interferências, validação das propriedades dos objetos, nomenclatura dos arquivos e bibliotecas.

Sobre a biblioteca, o Guia AsBEA (2013) afirma que ela é um conjunto que vai sendo aperfeiçoado e ampliado ao longo do tempo e que deve existir um profissional designado para essa função, para garantir que novos objetos modelados estejam de acordo com os critérios definidos pelo coordenador. O profissional precisa ter domínio do *software* de modelagem. A ideia é que não existam interrupções no processo de execução do modelo de projeto para que sejam modelados objetos da biblioteca.

Sobre a gestão da informação, o Guia AsBEA (2013) prevê que o controle de dados deve ser sistêmico. É dito que devem ser confirmadas se as informações inseridas possibilitam a extração de quantitativos e listas acuradas. O método sugerido é a verificação de planilhas e não são citados softwares mais sofisticados de gestão, como o Solibri, que pode fazer verificações automáticas de informações dos objetos. Além disso, não são citados outros usos para estas informações, como, por exemplo, ensaios de eficiência energética e conforto ambiental do edifício. É preciso estar atento que, mesmo que no mercado nacional ainda não existam demandas para tal, o modelo em

BIM pode ser utilizado para as mais diversas funções, sendo que as informações não geométricas a serem inseridas no modelo dependem do seu uso final e dos objetivos dos usuários e dos proprietários.

O Guia AsBEA (2013) ainda cita os aspectos de customização do modelo, que definem a apresentação virtual e a extração dos entregáveis. O grupo define essas funções como: configuração de linhas, materiais, estilos de vistas, padrões de chamadas, organização do navegador de projeto e outros. O grupo afirma que essas funções devem ser feitas por um profissional que tenha conhecimento da ferramenta de trabalho, ou seja, do software.

Quando se trata da gestão do modelo em BIM é preciso também citar as atualizações de *template*, que é uma “base padronizada” para dar início ao projeto. O Guia AsBEA (2013) afirma que o *template* facilita procedimentos comuns ou obrigatórios, aumentando a produtividade. Os *templates* devem ser atualizados constantemente, quando identificados problemas ou pontos de melhorias e um profissional deve ser encarregado para transmitir para toda a equipe os novos procedimentos.

Concluindo esse tópico, vimos que a organização do modelo e o gerenciamento da sua produção são fundamentais para a extração dos entregáveis e para garantir que o processo de trabalho aconteça de modo eficiente, garantindo aspectos como interoperabilidade, rastreabilidade da informação, atribuição de responsabilidades, precisão de informações não geométricas e outros. A verificação e validação do modelo são atividades constantes, que devem ser exercidas por profissionais de maior experiência e hierarquia na equipe de produção, seja o Coordenador de Projetos ou o *Coordenador do BIM* (agente definido pelo Guia Asbea 2013).

2.4 Gestão BIM: processo de trabalho

Como comentado por Melhado (1994), o setor não possui uma definição homogênea do processo de projeto, havendo muitas variações. A NBR16.636-2 de junho de 2017 coloca que a elaboração e definição de projetos técnicos deve ser dividida pelas seguintes etapas: Programa de Necessidades para Arquitetura; Estudo de Viabilidade para Arquitetura; Estudo Preliminar Arquitetônico; Anteprojeto Arquitetônico; Projeto para Licenciamentos; Estudo Preliminar dos Projetos Complementares; Anteprojeto Complementares; Projeto Executivo Arquitetônico;

Projetos Executivos Complementares; Projeto Completo de Edificação; Documentação Conforme Construído (*as built*).

Nessa norma vemos a clara distinção entre o projeto de arquitetura e os complementares, assim com a separação de fases não simultâneas e independentes, o que são características do processo de trabalho Pré-BIM. Algumas licitações públicas ainda oferecem a fase intermediária de Projeto Básico. Nessa perspectiva enraizada no setor, o fluxo de trabalho é sequencial, primeiro o projeto de Arquitetura, seguido da estrutura e demais projetos complementares por último.

Eastman et al (2008) enfatizam que o BIM pode tornar esse processo mais dinâmico e facilitar o trabalho multidisciplinar. Isso acontece porque existe a antecipação da participação dos agentes para etapas iniciais do projeto, o que pode prever e suprimir problemas e conflitos entre disciplinas, portando, o fluxo de trabalho é alterado.

Serão analisadas duas perspectivas sobre o fluxograma de trabalho em BIM, que apresentam semelhanças e diferenças, porém, ambas organizam uma estrutura de Gestão de Projetos em BIM: O Guia AsBEA de Boas Práticas em BIM Fascículo II (2015) e Manzione (2013).

Primeiro será analisado o Fascículo II do Guia Asbea de Boas Práticas em BIM, Guia AsBEA (2015), que trás um resumo de práticas de gestão do processo de trabalho em BIM.

O primeiro ponto apontado no Guia é o Plano de Execução em BIM, um documento que deve ser desenvolvido antes do início de projeto que coloca com clareza os papéis de todos os envolvidos durante o processo. O Plano deve garantir que as equipes trabalhem com plataformas compatíveis e que a informação esteja disponível a todos. O plano deve definir: quais as equipes e seus respectivos objetivos; os usos aplicados do modelo; requisitos de projeto; procedimentos de colaboração; fluxograma de projeto; marcos das atividades em BIM; procedimentos de controle de qualidade do modelo e, definição dos entregáveis.

Quanto à definição dos objetivos, devem ficar claros os do contratante e os dos projetistas, para que as equipes envolvidas tirem o maior ganho desse processo. De acordo com o Guia, isso também permitirá a definição do que deve ou não ser modelado, de que forma e em qual momento do amadurecimento do projeto essas informações serão extraídas.

O Guia AsBEA (2015) usa o conceito de LOD para o nível de desenvolvimento do modelo e o conceito de LOI para o nível de informações contidas nos componentes do modelo. O guia

afirma que é de suma importância a definição desses parâmetros no início do projeto, para definir o que será entregue em cada fase de projeto. O recomendado é a definição do LOD e do LOI por componente em cada fase de projeto, o que pode variar em cada contrato, empreendimento e uso do modelo.

Sobre a definição das equipes, o Guia AsBEA (2015) comenta que é difícil montar equipes de projeto que trabalhem em BIM. O Guia comenta a dificuldade de encontrar projetistas nas áreas de paisagismo, acústica, impermeabilização e projetos específicos, como cozinhas industriais. Para estes casos, vem sendo utilizado um processo híbrido, quando são produzidos arquivos 2D para troca entre as equipes e, nem todos os projetos são incorporados nos modelos. É preciso definir *a priori*, no Plano de execução BIM, como serão as trocas de arquivos e informações, para que estes projetos acompanhem o fluxo dos demais.

Pode haver a contratação do serviço de modelagem de um terceiro para uma disciplina da qual os projetistas originais não trabalhem com BIM. É comentado que isso pode gerar atrasos e retrabalhos, uma vez que pode haver perda de informações nas atualizações dos modelos, isto é, podem existir diferenças entre os documentos 2D dos projetistas e o modelo feito pelo terceirizado. Outra ocorrência seria quanto à disciplina de estrutura, que produz modelo 3D durante a concepção e cálculo estrutural, mas, muitas vezes, não tem as ferramentas e processos para fazer a constante revisão deste modelo, sem contar que não existe o hábito de se atribuir informações não geométricas aos modelos.

O Guia AsBEA (2015) recomenda que fique a cargo da disciplina de Arquitetura a modelagem de objetos fundamentais do modelo, como estrutura, fundações, contenções, etc., caso essas disciplinas não façam a modelagem. Isso porque a disciplina de Arquitetura é centralizadora das demais. Contudo, é preciso atenção dos projetistas na hora da contratação para o escopo de trabalho e respectivos honorários.

Outro aspecto importante é a gestão do modelo central, ou seja, onde se concentram todas as disciplinas modeladas. O Guia AsBEA (2015) menciona que idealmente o modelo deveria ser compartilhado em rede, tendo atualizações *online*, ou seja, onde a modelagem das diferentes disciplinas é simultânea. Contudo, essa realidade está longe de alcance para a indústria da AEC brasileira graças a limitações tecnológicas. A segunda opção segundo GTBIM (2015) seria o modelo federado, no qual as disciplinas desenvolvem seus próprios modelos, contudo, vinculados

a um modelo central. No modelo federado os dados não perdem a identidade ou integridade por estarem ligados, sendo que uma alteração em um modelo não gera alterações em outro, apesar de serem possíveis as visualizações imediatas das alterações dos demais. Esse tipo de modelo depende de grandes trocas de dados via rede, fator também limitante na situação atual da AEC.

Outra opção seria a hospedagem de um modelo central em servidor, sendo que as atualizações do modelo de cada disciplina aconteceriam em um determinado intervalo de tempo. O Guia AsBEA (2015) aponta esse último cenário como o mais viável atualmente, sendo que a frequência de *downloads* e *uploads* deve ser determinada pelas partes no início do projeto, assim, a periodicidade de revisões e padrões de interoperabilidade. O grupo aponta que a criação, visualização e verificação de modelos centrais deve ser utilizada para a compatibilização, função esta realizada por um profissional responsável.

Nesta última forma de trabalho, o modelo central em servidor, não fica claro no Guia AsBEA (2015) qual dos agentes teria acesso ao modelo central. É importante que ele seja acessado e verificado por toda a equipe ou, pelo menos, pelos coordenadores de cada disciplina de projeto para que seja feita a compatibilização geométrica. Mesmo que exista uma figura centralizadora responsável pela troca de informações ou relatórios de compatibilização, é necessário que a responsabilidade seja diluída. Também a tomada de decisões seria facilitada com a visualização do edifício virtual por todos os projetistas. A Figura 4 mostra as etapas de compatibilização.

Figura 4 - Etapas do processo de Compatibilização - Fonte: Guia Asbea de Boas Práticas em BIM Fascículo II (2015) - p.19



No caso de modelos federados ou centrais, é preciso estabelecer os critérios de organização do edifício virtual. Um fator destacado pelo Guia AsBEA (2015) é a definição de limites, estabelecendo as autorias e responsabilidades. Um exemplo dado é o posicionamento da bacia sanitária, que pode ser feito pela Arquitetura ou pela hidráulica, por isso, a necessidade da definição prévia dos limites de autoria dentro projeto. Outro aspecto é a determinação de coordenadas e a organização do edifício por setores, para que seja feita a MBS, *Model Breakdown Structure*, de

maneira semelhante entre diferentes projetistas. Por exemplo, um edifício comercial pode ser dividido em torre de circulação, o pavimento tipo, o pavimento térreo e o subsolo. Além disso, é preciso padronizar os nomes de arquivos e informações não geométricas, utilizando, por exemplo, a *Omniclass* ou outro sistema de classificação da informação.

Sobre as etapas de projeto em BIM, o Guia AsBEA (2015) divide o projeto em cinco fases: Estudo de Viabilidade; Estudo Preliminar e Anteprojeto; Projetos legais; Projeto Básico e Pré-Executivo; Projeto Executivo.

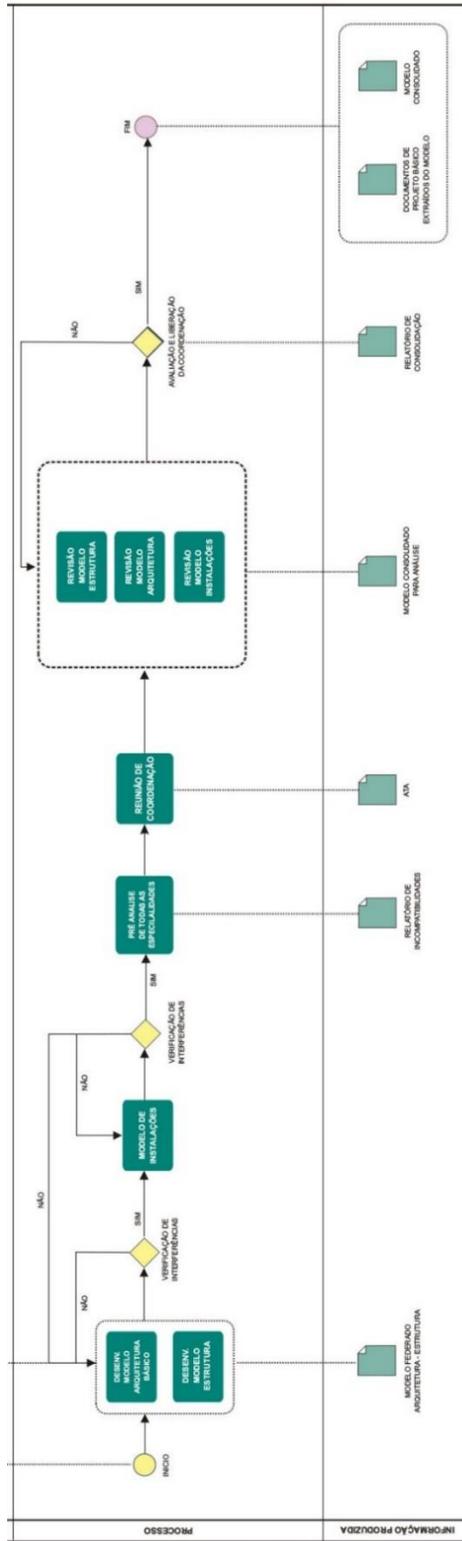
- 1) Estudo de Viabilidade: o produto final é um Estudo de Massa realizado a partir de informações legais e dimensionais do terreno, além dos requisitos de projeto. São feitas definições de áreas, volumetrias e vazios. Nessa fase estão envolvidos o cliente, o arquiteto e consultores específicos. Podem ser extraídos quantitativos de áreas e outros quantitativos voltados ao estudo de viabilidade.
- 2) Estudo Preliminar e Anteprojeto: o produto final é um modelo mais consolidado com as disciplinas de Arquitetura, estrutura e instalações (grandes necessidades), nos níveis de definição e detalhamento pré-estabelecidos em contrato. Já podem ser extraídos quantitativos básicos para serem utilizados pela equipe de orçamento.
- 3) Projetos Legais: desenvolvido paralelamente as fases anteriormente citadas, para fins de aprovações em órgão legais.
- 4) Projeto básico / Pré-executivo: são envolvidos os projetistas de todas as disciplinas. Maior maturidade do produto final entregue, com possibilidade de extração de documentação variada dos modelos (plantas, elevações, detalhes) e também quantitativos próximos à soma final esperada.
- 5) Projeto Executivo: o produto final desta fase é o projeto finalizado e aprovado, ou seja, todos os documentos e informações necessárias para início da obra. São feitas as verificações e validações finais antes das entregas para execução.

O Guia AsBEA (2015) ilustra esse processo de trabalho em um fluxograma (Figura 5), no qual a produção dos projetos é colocada de maneira linear. O projeto de Arquitetura precede ou é paralelo ao de estrutura, sendo seguidos dos demais projetos envolvidos. Primeiramente são entregues os modelos separados das disciplinas para verificação da coordenação, o produto dessa análise é um relatório de incompatibilidades feito através do modelo federado ou central. Por

consequência, esta análise gera a revisão dos modelos das disciplinas. Ao final de cada fase de projeto, tem um marco de revisão e validação do modelo feitos pela coordenação.

Sobre esse fluxograma (Figura 5), o Guia procura adaptar nomes de fases de projetos Pré-BIM e ainda coloca o sequencialismo de ações e tomadas de decisões (disciplina de Arquitetura e estrutura à frente das outras). Embora o discurso do Guia AsBEA (2015) passe por idéias de colaboração antecipada e projeto simultâneo, o fluxograma propõe um fluxo de trabalho parecido com o do cenário Pré-BIM, apresentando apenas uma variação dos produtos finais entregues, como, por exemplo, o modelo de Estudo de Massa ou o Modelo Federado Compatibilizado.

Figura 5 - Fluxograma de projeto em BIM – Projeto Básico - Fonte: Guia Asbea de Boas Práticas em BIM Fascículo II (2015) - p.15 – Adaptação (recorte) da autora.

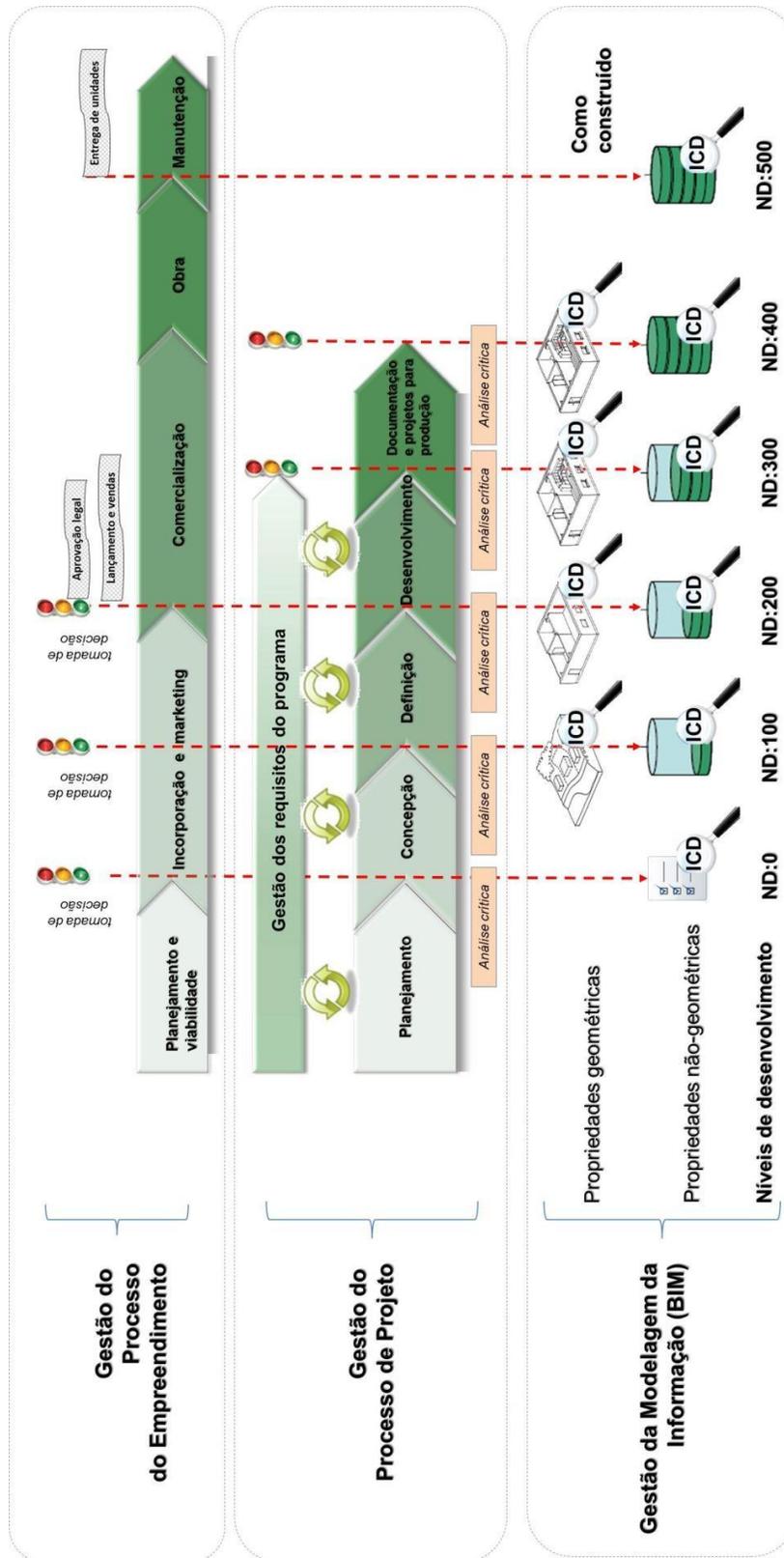


O segundo autor analisado no tema de Gestão de Projetos em BIM é Manzione (2013), que formulou uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM com um nível de amplitude e detalhamento suficiente para estruturar situações particulares e servir de base para construir outras estruturas mais simples ou particulares. Esta estrutura propõe uma visão holística, com flexibilidade para atender empresas com sistemas de organização diferentes. Os principais objetivos da estrutura são:

- 1) Apresentar os processos de gestão e TI de forma sistêmica, identificando suas correlações e pontos de independência;
- 2) Apresentar os macroprocessos para criar linhas guia para controle do processo colaborativo;
- 3) Processo de projeto baseado na evolução do grau de maturidade do modelo BIM;
- 4) Definição da estrutura de trabalho e definição de uma matriz de responsabilidades;
- 5) Definição de Indicadores Chave de Desempenho (ICD);

A Figura 6 – Estrutura conceitual para gestão de projetos em BIM - resume a estrutura do autor. Ela cria pontos-chaves de análise crítica e tomada de decisão ao longo do processo, nos quais são utilizados os Indicadores chaves de Desempenho (ICD). A gestão do projeto deve estabelecer esses pontos, em que deve ser feita a análise crítica e técnica dos projetos e a análise do modelo (informações geométricas e não geométricas). Devem ser verificados os parâmetros de qualidade, as relações de interoperabilidade, a troca de informação e outros aspectos do processo. Além disso, os objetivos do projeto devem ser confirmados ou revistos, alinhando o projeto com as diretrizes iniciais do empreendimento.

Figura 6 - Estrutura conceitual para gestão de projetos em BIM- Manzione (2013) p.192



Na Figura 6 observa-se que o modelo é composto por três eixos horizontais: processo do empreendimento; processo de projeto e gestão da modelagem. Cortando os três eixos, temos os pontos de tomada de decisão que estão localizados juntos aos diferentes níveis de ND (Nível de Desenvolvimento). Percebe-se que o processo não está dividido pelas tradicionais fases: estudo preliminar, básico e executivo. No eixo da gestão vemos etapas de trabalho que descrevem a evolução do projeto e que não se relacionam especificamente com entregas de documentos, que são: Planejamento; Concepção; Definição; Desenvolvimento e Documentação e Projetos para Produção. Estes momentos do processo de trabalho estão diretamente relacionados ao nível de maturidade do modelo, seguindo a mesma ordem de evolução do ND0 ao ND400.

Ao se comparar a estrutura de projeto em BIM proposta por Manzione (2013) ao fluxograma de projeto proposto pelo Guia AsBEA (2015), nota-se que aquela propõe alguns ganhos. O primeiro ganho seria a associação constante do processo de projeto com os objetivos do empreendimento. O segundo ganho seria que os pontos críticos de revisão e análise são definidos de acordo com o empreendimento, mostrando o caráter flexível da estrutura. A estrutura proposta por Manzione (2013) é interessante porque liberta os agentes do fluxograma de projeto estratificado, baseado em paradigmas Pré-BIM. A estratificação do trabalho e a quebra da produção em fases são substituídas por uma estratégia de trabalho continuado, com uma abordagem mais participativa e integrada.

Algo que esta estrutura não deixa claro é quanto ao ND determinado por fase de projeto, sendo este uma classificação geral do modelo, ou seja, uma espécie de média entre os NDs de todos os objetos. Diferentemente do sistema de gestão proposto pelo Guia AsBEA (2015), baseado no LOD e LOI, no qual o nível de definição da informação é determinado objeto por objeto, a cada fase de projeto.

Para o Guia AsBEA (2015), o LOD/LOI de um objeto e, conseqüentemente de um modelo, está vinculado aos usos e objetivos finais desejados, portanto, podem variar de projeto para projeto. Assim, o Guia AsBEA (2015) apresenta uma ideia de gestão interessante, quando não especifica um LOD/LOI comum a diferentes empreendimentos, sendo que cada contratação deve seguir a especificação comumente acordada no Plano de Execução do BIM do Empreendimento.

Sobre o gerenciamento do processo de projeto em BIM, Manzione (2013) aponta que é fundamental a figura de um Coordenador de Projetos. Este profissional acumula as funções de

coordenação de projetos com outras mais globais, relacionadas ao fluxo de trabalho e também com a gestão do modelo em si. Manzione (2013) cita exemplos dessas funções como: organizar e documentar reuniões; coordenar a troca de modelos; fazer a validação de arquivos; garantir o fluxo da informação; coordenar aspectos do modelo como coordenadas, unidades de medidas e nomenclaturas; padrões de nomenclatura de arquivos; além de ter uma visão multidisciplinar e análise crítica.

O profissional que acumula essas funções (que também pode ser chamado de *BIM Manager* ou Coordenador do BIM em outras bibliografias) tem a responsabilidade da tomada de decisão quanto ao desenvolvimento do modelo e padrões do BIM da empresa ou organização. A pessoa ocupante do cargo não tem necessariamente, atribuições e responsabilidades sobre as decisões de projeto como *design*, construtibilidade, concepção e outros.

Coelho (2017) coloca que o gerente do BIM deve gerenciar pessoas na implementação ou na manutenção dos processos de projeto em BIM. Analisando diferentes autores sobre o tema, Coelho (2017) ressalta que as empresas devem reconhecer a importância desse profissional que é responsável pela produção e uso do modelo, pela interoperabilidade, pela avaliação do processo de trabalho e pelo cumprimento de metas. Além disso, o gerente do BIM deve ter funções de: coordenar o acesso ao modelo; estabelecer configurações básicas do modelo, como *templates* e coordenadas; controlar nomenclaturas; fazer a validação de arquivos; seguir protocolos de segurança de dados; protocolos de *backups*; organizar treinamentos da equipe; estar constantemente atento a avanços de tecnologia (*software e hardware*); entre outros.

Contudo, conforme afirmado por Manzione (2013) e como observado durante os estudos de caso, vimos que as funções de Coordenador de Projetos e Gerente do BIM tendem a se sobrepor. Manzione (2013) questiona a real necessidade de se criar um novo cargo nas empresas, apontando que existe uma duplicidade de funções o momento da tomada de decisões. O autor propõe que não exista a diferenciação entre os cargos, mas que aconteça a capacitação dos coordenadores de projeto hoje existentes para o exercício das novas funções atreladas ao uso do BIM.

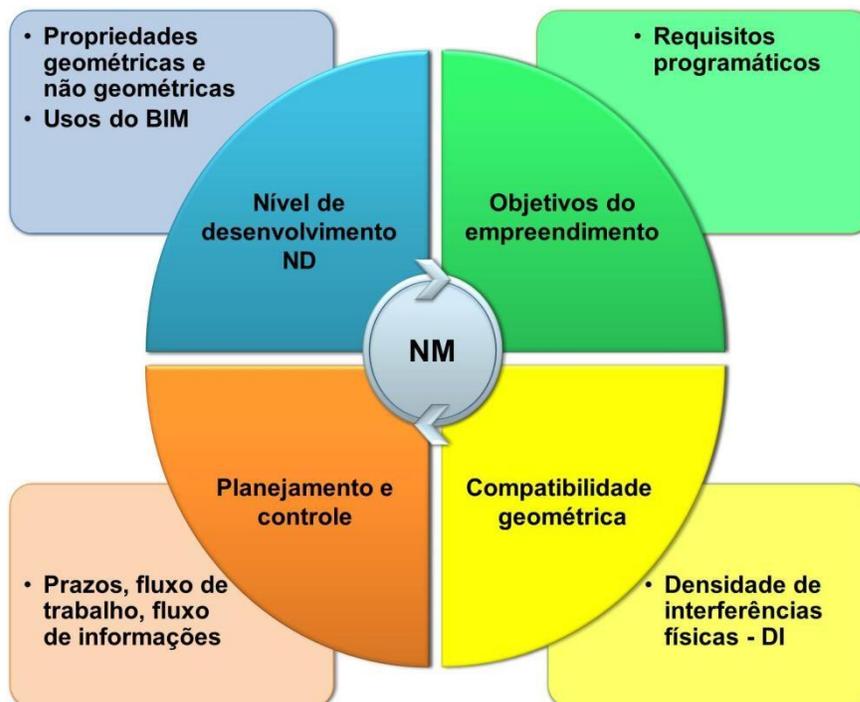
Nesta pesquisa, um resultado encontrado é de que nas empresas com maior maturidade (conforme apresentado mais à frente) os cargos de coordenador de projeto e gerente BIM tendem a se concentrar no mesmo profissional. Contudo, está não é uma realidade facilmente replicada.

É comum que o coordenador de projetos seja a pessoa mais experiente tecnicamente da equipe, inclusive, os guias Asbea recomendam que esta seja a prática. Entretanto o arquiteto mais experiente (com melhor conhecimento técnico) nem sempre é aquele com maior conhecimento em BIM. Somado a isso, os coordenadores de projeto tendem naturalmente a exercer muitas funções, dificultando o acúmulo de novas atividades profissionais. Portanto, os rumos que o setor irá tomar com relação a figura do Gerente do BIM ainda estão indefinidos. Esta pesquisa chegou a conclusão (reforçada mais à frente no tópico 9) que, independentemente da nomeação de cargos, é preciso atribuir responsabilidades para um profissional da equipe nas atividades referentes à modelagem e interoperabilidade do BIM.

2.5 Nível de maturidade do projeto

Manziona (2013) desenvolveu o conceito de nível de maturidade (NM) que é definido pelo autor como: “(...) medida do desenvolvimento de um projeto em relação às suas metas previamente definidas.” Manziona (2013 – p.194). A Figura 7 explica este conceito em seus quatro quadrantes.

Figura 7 - Nível de Maturidade do Projeto – Manziona (2013) p.195



O pesquisador definiu o termo ND como o nível de desenvolvimento do modelo que tem como referência o conceito de LOD e LOI. O termo em português, ND, une os dois aspectos da informação em um modelo BIM: nível de detalhe geométrico e nível de informações. Atualmente o termo é aceito pelas normas BIM de Santa Catarina e pelos manuais BIM do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

O ND é uma medida quantitativa e o pesquisador demonstrou em sua tese de doutorado uma forma de medi-lo ao propor uma metodologia que utiliza planilhas do software Excel e medições do modelo realizadas pelo software Solibri Model Checker. O método prevê a verificação das propriedades dos objetos, sendo que cada tipo de objeto tem propriedades específicas. O ND do projeto é a média ponderada entre os NDs de todos os objetos do modelo. De acordo com o autor, o ND do projeto é aplicável em todas as fases e deve ser apresentado nas reuniões de coordenação, nas quais se deve aferir a proximidade do ND real ao ND teórico (estabelecido como meta no planejamento do processo).

Contudo, existem algumas limitações para o cálculo do ND, como apontado por Manzione (2013). A primeira é que se deve definir quais propriedades de cada objeto serão levadas em consideração. Isso deve ser acordado previamente entre as partes envolvidas. O uso dessas propriedades está diretamente relacionado ao objetivo final do modelo. Existe uma dificuldade em se estabelecer esses parâmetros, pois, podem existir oscilações nos requisitos dos clientes com os requisitos técnicos das especialidades de projeto.

Além disso, o autor comenta que, existe a questão da precisão geométrica. Por exemplo, um objeto é posicionado em um ponto, como saber se sua posição não irá mudar ao longo do processo? Quão precisa é essa informação em cada fase de projeto? Aferir a precisão geométrica dos objetos depende de análises baseadas no contexto do projeto e do processo. Ao final, independente das dificuldades para se chegar a um ND, esse esforço é muito importante para o processo com um todo.

“(...) o conceito de evolução em projeto é mais importante do que o de produção. Evoluir em projeto significa conduzi-lo para estágios de maior amadurecimento e de atendimento de requisitos, que podem ser medidos a partir da riqueza semântica proporcionada pelo BIM. (...) O indicador do nível de desenvolvimento – ND possibilita acompanhar o

processo de forma contínua e medi-lo semanalmente é uma prática recomendável, pois assim se pode observar o comportamento e a evolução do processo e conseqüentemente manter o controle sobre ele.”

(Manziona (2013) - pg. 264-265)

Outro quadrante do Nível de Maturidade (NM) é a compatibilização geométrica. A verificação de interferências pode ser realizada por softwares específicos, função que pode ser realizada pelo coordenador ou por outro profissional designado para esta tarefa. Manziona (2013) sugere que o relatório seja feito a cada atualização do modelo e entregue antes das reuniões de coordenação. O indicador chave de desempenho para a compatibilidade geométrica, sugerido por Manziona (2013) é a Densidade de Interferências (DI), que é a razão entre o número de interferências (categorizadas segundo criticidade) e o volume da envoltória do edifício.

O terceiro quadrante contempla os objetivos do empreendimento. Manziona (2013) relaciona esse ponto com a elaboração do programa de necessidades para o edifício que, para ele, é uma atividade que recebe pouca atenção dos agentes de projeto. A desorganização do fluxo de informação e a falta de dados de planejamento são apontados como problemas recorrentes do setor, que potencializam mudanças do programa do edifício ao longo de seu projeto. Isso, associado à natureza interativa do processo, pode gerar mudanças de requisitos para o edifício ao longo de seu desenvolvimento, sendo comum alterações após os ciclos de interações entre agentes. Para o autor é fundamental o constante monitoramento dos requisitos do edifício e o ajuste do conteúdo do programa de necessidades para alinhar o produto final com os objetivos iniciais do empreendimento.

Por último, compondo o NM, temos o quadrante planejamento e controle. Manziona (2013) explica que é preciso dois níveis de organização, o macrofluxo e o planejamento tático e operacional. Para o macrofluxo, o autor propõe o fluxograma dividido em: Concepção (ND100); Definição (ND200); Desenvolvimento (ND300) e Documentação (ND400). A cada fase é feita a verificação do programa, com atividades de produção e de compatibilização, e a final, se faz a análise crítica, na qual devem ser levados em consideração os indicadores de desempenho.

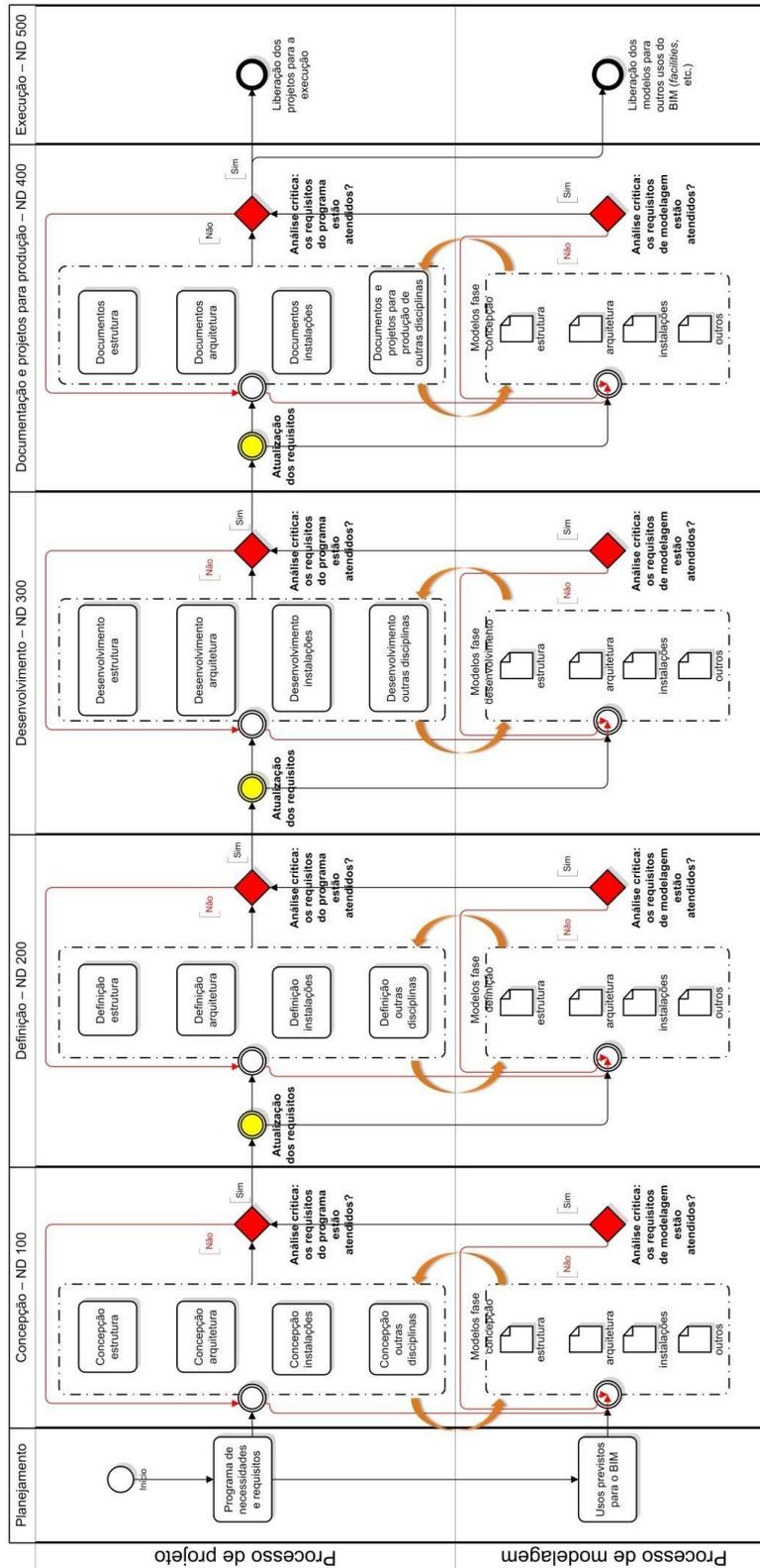
Além disso, Manziona (2013) comenta que é preciso um planejamento tático e operacional, detalhando melhor as fases de projeto em planos mais específicos para intervalos de tempo menores. Ele menciona a importância de diferenciar processo de projeto de processo de produção.

O primeiro é cíclico e interativo, baseado em troca de informações, sendo que o segundo é linear e baseado em entregas de produtos. O autor explica que a falta de informação, novas solicitações durante o processo de projeto e alterações das informações existentes, são fatores que contribuem para o retrabalho e quebra do fluxo. Por isso, ele desenvolveu uma metodologia que pode tornar claras essas relações de dependência ajudando a deixar o processo mais transparente e objetivo.

A metodologia se baseia em um mapa dos processos ou fluxograma, elaborado pelos diferentes profissionais da equipe de projeto. Manzione (2013) sugere um macrofluxograma (Figura 8) que pode ser adaptado dependendo das necessidades de cada projeto. Depois, é proposta a associação desse fluxograma com uma matriz DSM (*Design Structure Matrix* - Matriz de Estrutura de Projeto - matriz quadrada que lista todas as atividades e dependências do sistema entre elas) em seguida essa DSM é levada para o *software* MsProject onde é gerado um cronograma. A ideia é que o cronograma absorva as relações de dependência das atividades e fluxos de informação, criando uma situação real de cadeia de acontecimentos, e se distanciando da noção de gestão de projeto a partir de entregas de documentos. Sobre a questão de controle, esse fluxograma pode ajudar a criar metas de curto prazo para organizar o fluxo de produção, por exemplo, listando especificações ou propriedades que devem ser atribuídas aos objetos em um determinado período de tempo.

Analisando o sistema de gestão proposto pelo autor vemos que ele é bastante compatível com as características do BIM e propõe conceitos e ideias básicas que podem ser absorvidas por empresas diferentes. O macrofluxograma proposto (Imagem 8) e a associação de dependência das atividades, são fatores muito importantes, pois, trazem uma visão de plano de projeto em BIM generalizante e, ao mesmo tempo, passível de detalhamento.

Figura 8 - Macrofluxo do processo de projeto e modelagem – Manzione (2013) p.250



3 Metodologia desenvolvida pelo Prof. Bilal Succar

3.1 Introdução

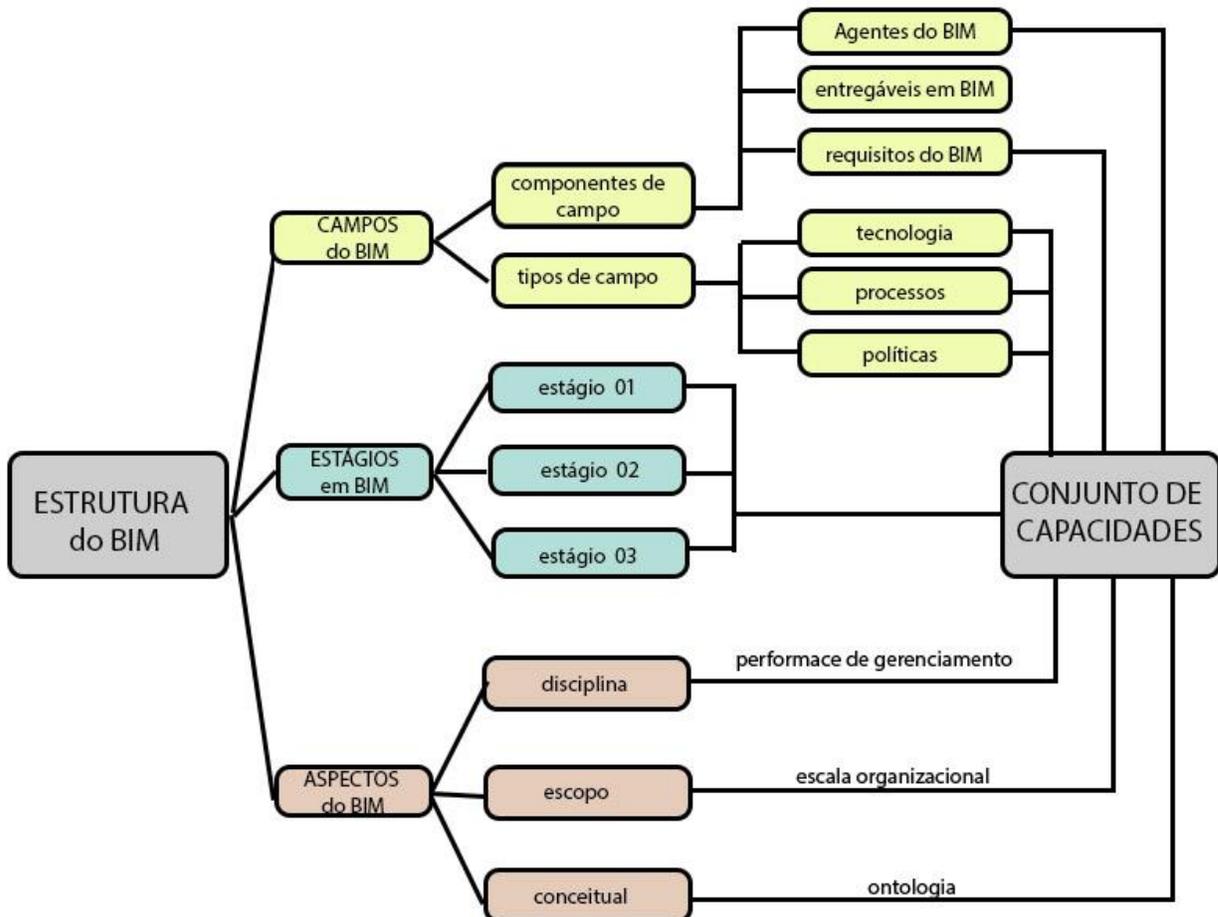
Succar (2009) comenta a necessidade de indicadores de desempenho para medir sucessos e falhas, para que seja possível a alocação de investimentos financeiros e organização do processo para melhorar o desempenho. Portanto, para medir o desempenho BIM Succar criou uma metodologia que analisa, quantifica e qualifica o uso do BIM em setores, organizações e empreendimentos (SANTOS, 2016). De acordo com Santos (2016), essa metodologia foi desenvolvida para lidar com a mudança de cultura proporcionada pelo BIM e afirma que Succar preocupa-se em evidenciar toda a estrutura conceitual de BIM e discriminar detalhadamente os seus aspectos.

Nos conceitos que Succar (2009) criou para ajudar a entender e organizar o domínio BIM temos três eixos:

- *BIM Fields*, traduzido como Campos do BIM, separados em três áreas: políticas, processos e tecnologias.
- *BIM Stages*, Etapas do BIM, são classificações que definem a capacidade de uma empresa em lidar com o BIM, ou seja, define a competência com que a empresa executa uma tarefa, entrega um produto ou presta um serviço.
- *BIM Lenses*, traduzido diretamente como Lentes do BIM, adaptado como Aspectos do BIM, são análises seletivas de um determinado aspecto BIM, para fornecer profundidade e amplitude ao assunto. Isso permite avaliar e qualificar Campos do BIM e Etapas do BIM, nas suas diferentes camadas de conhecimento e áreas de pesquisa.

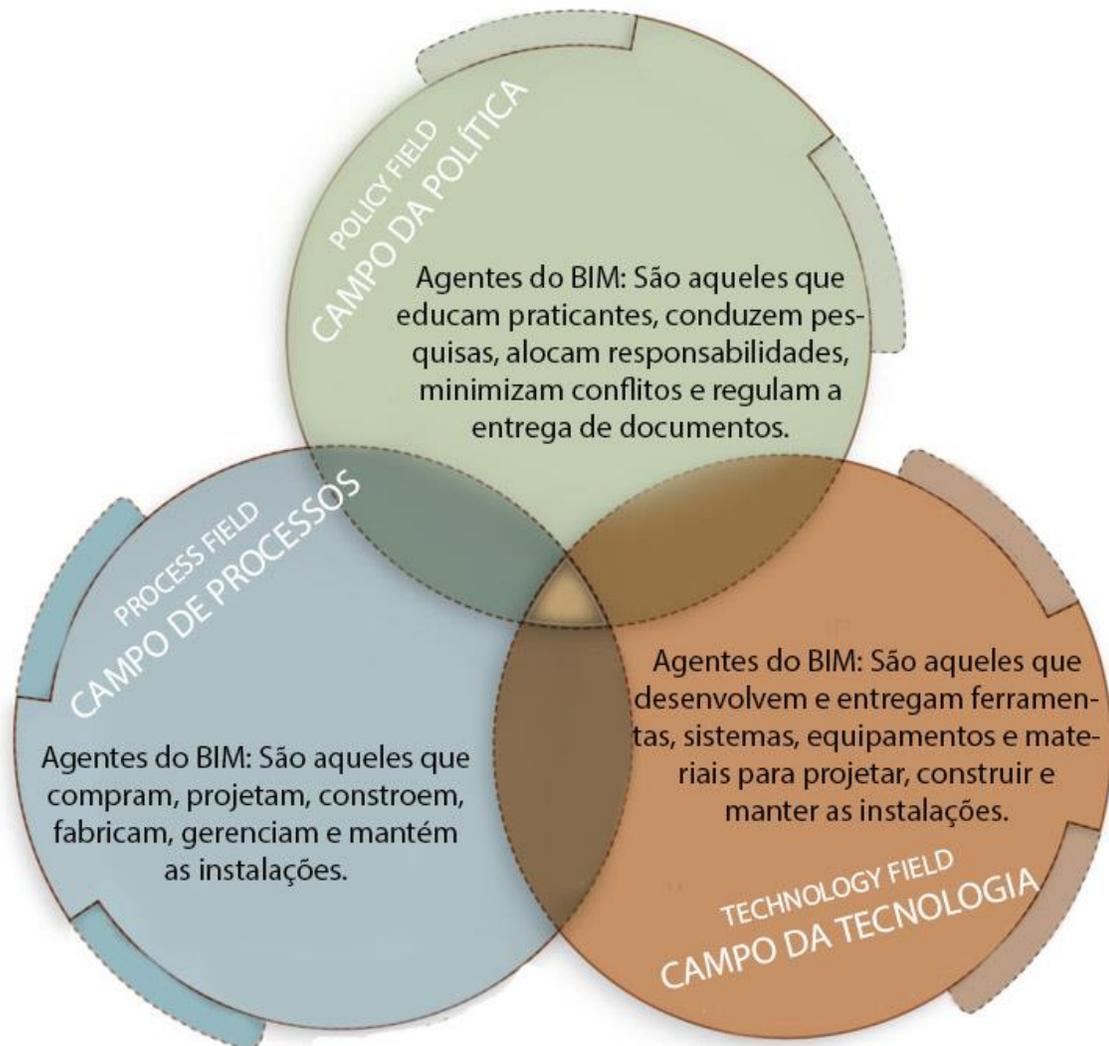
A Figura 9 serve como mapa para entender a estrutura de conhecimentos criada por Succar e como um guia de taxonomia.

Figura 9 - Estrutura BIM e Conjunto de Capacidades – BIM Excellence Initiative – Disponível em: < <http://www.bimframework.info/paper-a4/>> - adaptação e tradução da autora



O primeiro item deste mapa é o Campos BIM, um dos principais conceitos do autor, dividindo o conhecimento BIM em três áreas: política, tecnologia e processos. A Figura 10 ilustra os Campos e seus atuantes, chamados por Succar (2009) de BIM Players, traduzido como Agentes do BIM.

Figura 10 - Campos BIM e Bim Players (Agentes do BIM) – SUCCAR (2013) – Disponível em: < <http://www.bimframework.info/fields/>> - adaptação e tradução da autora



O Campo da Tecnologia compreende os setores que se especializam no desenvolvimento de *software*, *hardware*, equipamentos e sistemas de rede necessários para aumentar a eficiência, produtividade e rentabilidade dos setores da AEC, definição de Succar (2009).

O Campo dos Processos é composto pelos usuários diretos do BIM, quem produz, gerencia e utiliza o modelo para o projeto do edifício, sua construção, operação ou quem tem propriedade do mesmo. São os engenheiros, arquitetos, construtores, prestadores de serviço e os proprietários.

Já o Campo de Políticas contempla aqueles que regulamentam o mercado e contribuem para seu desenvolvimento. São os grupos que atuam na pesquisa, desenvolvimento de profissionais, organizações especializadas com papel regulatório e outros. Como exemplo temos a ABNT, a building SMART, as universidades e pesquisadores sobre o tema.

O modelo conceitual criado por Succar se aprofunda ainda mais na organização do universo do BIM e apresenta cinco pontos importantes, quais sejam:

1. Escalas Organizacionais (*Organization Scales*), são as variações de escala de empresa e organizações.
2. Níveis de Granularidade (*Granularity Levels*), variações da profundidade da aplicação do método de avaliação do Nível de Maturidade. Entende-se que a formalidade e maneira como o método foi aplicado podem variar, de uma auditoria externa a uma avaliação interna informal. Portanto, essa informação é muito importante para aferir a qualidade e a relevância do Nível de Maturidade atribuído à uma empresa ou organização.
3. Competências em BIM (*BIM Competencies*), capacidade de um Agente do BIM para satisfazer um requisito BIM ou gerar um BIM Entregável.
4. Estágios de Capacidade em BIM (*BIM Capability Stages*), que representam uma evolução da utilização da ferramenta BIM a partir de sua implantação;
5. Níveis de Maturidade em BIM (*BIM Maturity Levels*), definido por Santos como a representação da qualidade, previsibilidade e variabilidade dentro dos Estágios do BIM.

3.2 Escala Organizacional

Esse tópico se refere ao escopo definido para a utilização do método de análise da maturidade em BIM e pode haver três escalas: macro, meso e micro. A escala Macro pode ser definida como o contexto de um mercado no uso de BIM. Santos (2016) exemplifica a utilização dessas escalas da seguinte maneira:

“Na escala meso, há os projetos e suas equipes. Do ponto de vista da mensuração de desempenho, trata-se de avaliar como se dão as relações interorganizacionais na adoção de BIM. (...) Por fim, na escala micro, o escopo fecha-se sobre os processos e competências intraorganizacionais, ou seja, uma organização, suas unidades, suas equipes e seus membros (...)”.

(SANTOS (2016) - pg. 29)

Neste trabalho de pesquisa, especificamente, é utilizada a escala Organizacional Micro, com a análise específica das organizações. As entrevistas foram feitas apenas com as empresas projetistas em questão e não foram acompanhados projetos dentro das organizações que tivessem equipes multidisciplinares. Portanto, embora sejam tratados de temas relativos à sua organização com demais setores, o foco sempre permaneceu na empresa em si.

3.3 Níveis de Granularidade

Além disso, Succar (2009) desenvolveu níveis de granularidade para determinar a qualidade da matriz que indicam: a amplitude da avaliação, detalhes de pontuação, formalidade e especialização do avaliador. Isto é, a medição de desempenho do BIM através da Matriz pode ser realizada com poucos detalhes, feita de maneira informal ou auto administradas, ou pode ser realizada com mais detalhes de maneira formal e liderada por especialistas.

São quatro níveis de granularidade:

- Descoberta (*discovery*): uma autoavaliação.
- Avaliação (*evaluation*): processo de mensuração de desempenho individual ou por pares.
- Certificação (*certification*): realizado, por exemplo, por um consultor externo. Tem maior isenção e rigor metodológico na avaliação
- Auditoria (*auditing*): é um processo mais complexo que engloba todos os demais, um consultor externo, autoavaliação e avaliação por pares.

Sobre esta pesquisa, vale ser ressaltar que o nível de granularidade está entre uma Avaliação (processo de mensuração de desempenho individual) e uma Certificação (realizada por consultor externo com maior rigor e isenção). Não houve grande aprofundamento já que o procedimento de observação das organizações foi definido pelas próprias empresas que não

ofereceram informações mais pormenorizadas, fato esse que representa uma limitação externa da pesquisa.

3.4 Competências em BIM

De acordo com Succar (2009), uma Competência em BIM representa a capacidade de um agente para satisfazer um requisito do BIM ou gerar um entregável em BIM. Ou seja, são as habilidades desse agente que caracterizam seu desempenho.

Santos (2016) define competências como habilidades, itens, procedimentos, processos que permitem avaliar a capacidade (o que se é capaz de fazer) e a maturidade (com que qualidade e consistência se é capaz de fazer) da organização.

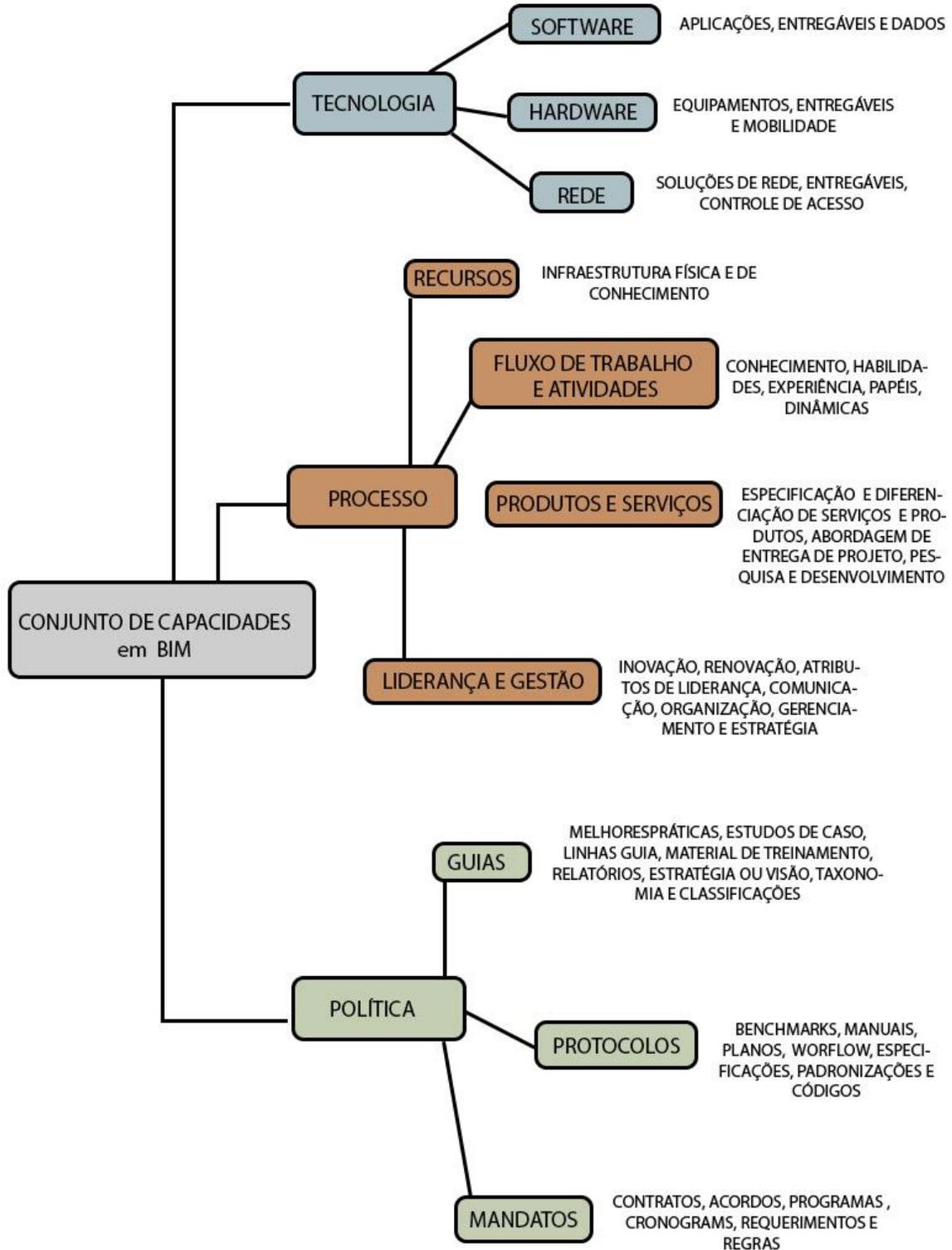
Dividindo as Competências em Bim (*BIM Competencies*) dentro dos Campos do BIM (*Bim fields*) temos:

- **Tecnologia:** resume o domínio do Agente do BIM, com relação ao *software*, *hardware* e redes. Por exemplo, a utilização de um *software* e a capacidade das máquinas da empresa em administrar os arquivos BIM são fundamentais para o fluxo de trabalho. Assim como a capacidade de intercâmbio de arquivos e armazenamento de dados da empresa é fundamental para o processo de trabalho multidisciplinar. Ou seja, a tecnologia que uma empresa domina é fundamental.
- **Processo:** são os aspectos do BIM que não se referem à modelagem de objetos. Ou seja, são características que influenciam o projeto dentro de uma empresa, o processo e as relações entre os agentes. Por exemplo: posturas de liderança, gestão, administração de recursos humanos, definição de fases de projeto, desenvolvimento de produtos, intercambio de arquivos, interoperabilidade e outros.
- **Política, Pesquisa e Regulamentação:** São habilidades dos agentes em organizar e legalizar sua atuação no mercado da AEC. Por exemplo: aspectos como a alocação de riscos, política de entregas de dados e propriedade das informações, pagamentos e outros. Também diz respeito à habilidade de se enquadrar em padrões normatizados ou padrões vigentes no mercado. Portanto, essa competência inclui relações contratuais, utilização de normas

existentes, parcerias com demais organizações do mercado, pesquisas na área, relações com empresas desenvolvedoras de software e outros.

Assim sendo, as Competências em BIM podem ser vistas como conjunto de Capacidades para realizar um serviço, tarefa, função, etc. A BIM Excellence Initiative gerou um mapa das Capacidades em BIM, que foi adaptado pela autora na Figura 11.

Figura 11 - Conjunto de Capacidades em BIM – BIM Excellence Initiative – Disponível em: < <http://www.bimframework.info/2014/01/bim-capability-sets.html> > - adaptação e tradução da autora



3.5 Estágios de Capacidade em BIM

As habilidades de um Agente do BIM de realizar um serviço ou entregar resultados, ou seja, as Capacidades em BIM de um Agente do BIM, podem determinar um estágio evolutivo no BIM no qual ele se encontra. Santos (2016) afirma que:

“(...) de um estágio a outro, há uma diferença no tipo de resultados produzidos pela organização e suas equipes, no grau de colaboração e integração (que se torna cada vez maior à medida que se avança nos estágios) e também no tipo e consistência das políticas de regulação, contratos e gestão de pessoas.”

(SANTOS (2016) - pg. 32)

A Capacidade em BIM é definida por Succar, Sher e Willians (2012) como as habilidades mínimas de uma organização ou equipe para desempenhar as atividades inerentes ao Conceito de Modelagem da Informação em Construção. Ela é medida por meio de Estágios do BIM:

- *BIM Capability Stage 1* - Estágio 1: Modelagem - modelagem baseada em objeto, a empresa ou organização precisa ter implantado a ferramenta de modelagem
- *BIM Capability Stage 2* – Estágio 2: Colaboração - colaboração baseada em modelo, a empresa ou organização precisa fazer parte de um projeto colaborativo multidisciplinar.
- *BIM Capability Stage 3* – Estágio 3: Integração - integração baseada em rede, a empresa ou organização deve usar uma solução baseada em rede para compartilhar modelos com pelo menos duas disciplinas.
- IPD – Entrega de Projeto Integrado

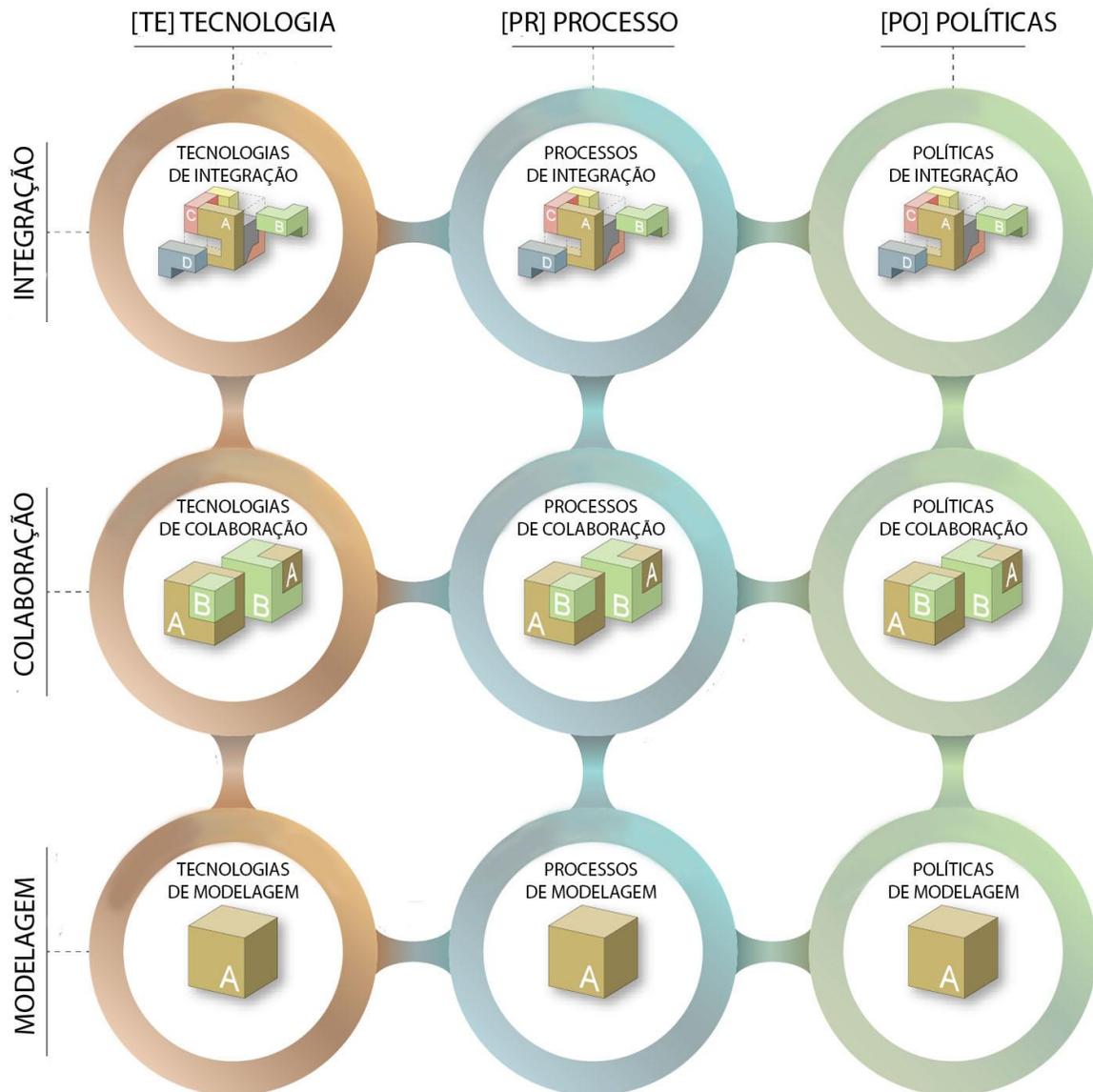
O estágio 1, Modelagem, começa pela implantação da ferramenta do BIM, ou seja, do software de modelagem mais apropriado para o tipo de serviço oferecido para a empresa, como o Revit, ArchiCAD, Bentley e Vectorworks. Os modelos gerados são de uma única disciplina, usados para gerar documentos 2D, semelhantes aos criados no momento Pré-BIM. O estágio proporciona a verificação da informação durante a modelagem, visualização 3D, favorecendo aspectos de compatibilização e gestão. Podem ser exportados entregáveis baseados em dados e modelos 3D básicos (não parametrizados). A interoperabilidade entre os agentes e a gestão do processo são semelhantes ao estágio Pré-BIM, com comunicações e entregas de projetos complementares não

simultâneas, persistem também as relações contratuais, a alocação de risco e a organização geral da empresa.

O estágio 2, Colaboração, é a continuação do primeira, sendo que depois de já ter modelado uma disciplina, os projetistas interagem com outros Agentes do BIM fazendo a interoperação, ou seja, troca de modelos em formatos proprietários e não proprietários. Isso poderia incluir a troca de modelo em diferentes fases do empreendimento, como modelos de design-design (com exemplo, modelo de Arquitetura e modelo de instalações prediais); design-construção (por exemplo, um modelo de objetos 3D com um banco de dados de agendamento no software MS Project, para gerar estudos 4D (análise de tempo); e, por último, a interação design-operação (por exemplo, modelo de Arquitetura para modelo de operações prediais). Nesta etapa o processo de projeto começa a se modificar, alterando as fases de projeto, as relações contratuais, as interações entre diferentes disciplinas e outros. O fluxo de trabalho baseado em documentos começa a ser substituído por um fluxo de trabalho baseado na interação dos modelos.

No Estágio 3, Integração, a interação entre os modelos é mais complexa, ocorrendo durante todo o ciclo de vida do projeto. Os modelos são criados, compartilhados e mantidos de maneira colaborativa (Succar (2009)) gerando modelos interdisciplinares interativos. Nessa fase, o uso do modelo extrapola a fase de projeto e passa a ter funções estratégicas, como inteligência de negócios, política de construções sustentáveis e selos verdes, análise de construção enxuta e ciclo de vida do edifício, entre outros. Isso é possível através de um servidor colaborativo, com modelo proprietários ou não proprietários. Além dessas mudanças, o desenvolvimento do edifício passa a ser síncrono, ou seja, com o processo de trabalho simultâneo de todas as disciplinas, não existindo mais a quebra do processo de projeto em fases baseadas em entregas de documentos.

Figura 12 - Estágios BIM e Campos BIM – SUCCAR (2013) – Disponível em: < <http://www.bimframework.info/fields/>> - adaptação e tradução da autora



A Figura 12 acima exemplifica os três Estágios do BIM e sua relação com os três Campos do BIM. Se percebe a evolução dos três estágios, sendo que o mais avançado é resultado da acumulação contínua de habilidades.

Existe ainda um quarto estágio, o IPD, *Integrated Project Delivery*, (em português, Entrega Integrada de Projeto) é um termo popularizado pelo American Institute of Architects California Council (AIA, 2007) considerado por Succar (2009d) como a evolução do BIM em todos os seus aspectos, abrangendo a tecnologia, processos e políticas. Seria o "objetivo final" da utilização BIM, o ideal almejado da integração dos agentes e das informações durante os ciclos de vida de uma edificação.

“IPD é uma abordagem de entrega de projeto que integra pessoas, sistemas, estruturas e práticas empresariais em um processo que colaborativamente aproveita os talentos e ideias de todos os participantes para otimizar os resultados do projeto, aumentar o valor para o proprietário, reduzir o desperdício e maximizar a eficiência em todas as fases de projeto (...), os projetos integrados são distinguidos exclusivamente pela colaboração altamente eficaz entre o proprietário e o construtor, desde o início do projeto até a entrega do edifício.”

IPD Guide (2007, p.2), tradução de SANTOS (2016 – p.13)

Para finalizar, percebemos que o conceito de Estágios do BIM é evolutivo e baseado em uma visão holística de desempenho em BIM de uma empresa ou organização. Succar (2009) comenta que:

“(...) o caminho do Pré-BIM (um ponto de partida fixo), passando por três etapas bem definidas para um IPD vagamente definido é uma tentativa de incluir todas as visões BIM pertinentes, independentemente de suas origens.”

3.6 Maturidade em BIM

Succar (2009) comenta que o conceito de maturidade já existia em outros setores e que ficou mais potente nos Estados Unidos que o utiliza para avaliar a capacidade de uma empresa para desenvolver um software. Modelos de maturidade de capacidade identificam um conjunto de

melhorias, de processos que permitem que os implementadores alcancem benefícios significativos para os negócios.

Ainda sobre o assunto, Succar (2009) comenta que para que o estágio de Capacidade em BIM ser atingido são precisos requisitos mínimos, contudo, não é possível analisar ou certificar-se da velocidade de entrega, riqueza de dados ou qualidade da modelagem. O conceito de maturidade e a sua mensuração são necessário para avaliar as entregas de serviços. Portanto, a Maturidade em BIM se refere às melhorias graduais e contínuas em qualidade, repetibilidade e previsibilidade dentro da Capacidade em BIM disponível. Isto é, a Maturidade diz respeito às melhorias contínuas das Capacidades em BIM.

“O termo “Maturidade em BIM” refere-se à qualidade, repetibilidade e grau de excelência em uma Capacidade em BIM. Ou seja, em oposição à “capacidade” que denota uma habilidade mínima (...). Os parâmetros de Maturidade em BIM são marcos (ou níveis) de melhoria de desempenho aos quais as equipes e organizações aspiram ou em direção aos quais elas trabalham.”

SUCCAR (2010), tradução de SANTOS (2016 – p.35)

Bilal Succar explica em seus textos como a previsibilidade sobre o produto final e a semelhança do produto entregue são importantes para caracterizar o desempenho em BIM de uma empresa. Aparentemente essa ideia é bastante simples, mas essa previsibilidade não é tão simples de ser alcançada.

Cada projeto de uma edificação é singular, isso acontece pela variação da equipe envolvida no projeto, a localização, as peculiaridades das soluções de projeto, a tecnologia de construção, o programa de necessidades, etc. Portanto, existem vários fatores que determinam que um projeto seja diferente de outro, mesmo que sejam projetos parecidos realizados dentro de uma mesma empresa. Assim sendo, existe uma dicotomia entre “singularidade” e “semelhança”, uma vez que cada projeto é único, mas, os projetistas buscam certos padrões para realizar os mesmos.

Succar (2009) indica que a semelhança entre os projetos é atingida por alguns fatores como: pontos de vista de como os projetos de construção deveriam ser conduzidos, estruturas organizacionais razoavelmente estáveis, conceitos de mudança e políticas de risco. Portanto, a avaliação da Maturidade em BIM deve ser baseada nos seguintes princípios:

- Flexibilidade: as avaliações de Capacidade e Maturidade em BIM podem ser aplicadas independentemente do tamanho da organização, tipo de projeto ou como uma equipe do projeto está configurada.
- Uniformidade: Os resultados de avaliação relativos a uma unidade organizacional, uma organização ou uma equipe de projeto podem ser comparados à outra unidade de mesma escala, organização ou equipe de projeto.

A luz dessas ideias, Succar (2009) definiu o conceito de Maturidade em BIM que pode ser mensurado em um índice, o BIM Maturity Index (BIMMI), traduzido como Índice de Maturidade em BIM. Este índice é classificado em cinco níveis, como mostra a Figura 13:

Figura 13 - Níveis de maturidade BIM - BIM EXELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução do Prof. Dr. Leonardo Manzione



Succar (2009) define os níveis de Maturidade da seguinte maneira:

- **Nível de Maturidade a (Inicial):** as ferramentas de BIM foram implantadas (software de modelagem ou outros), porém, não existe uma estratégia geral. Os processos e políticas do BIM da empresa, equipe ou organização não estão definidos. Não existiram preparações adequadas para as mudanças culturais que o BIM exige no processo de projeto. Existe a ideia de “esforço heroico”, com campeões individuais entre os membros da equipe. A colaboração não acontece com os parceiros de projeto e o processo de projeto não tem um guia, padrão ou protocolo de intercâmbio pré-definidos. Não existe formalidade dos papéis e responsabilidades das partes envolvidas.
- **Nível de maturidade b (Definido):** os gerentes “seniores” orientam o uso do BIM. Já existe a documentação de processos e políticas. Existem diretrizes para o BIM, manuais de

treinamento, guias de trabalho e padrões de entrega. O BIM é visto como inovação e oportunidade de negócio, mas, as possibilidades do mercado ainda não são exploradas. A competência geral aumenta, diminuindo a ideia de “esforço heroico”, contudo, ainda não é possível prever a produtividade da equipe. Existe confiança entre parceiros de projeto e a colaboração segue guias de processo, padrões e protocolos de intercâmbio pré-definidos. Os contratos preveem alocação de risco e atribuição de responsabilidades.

- **Nível de maturidade c (Gerenciado):** a empresa ou organização tem objetivos claros, com planos de ação e monitoramento. Além disso, a visão do BIM é compartilhada entre todos os funcionários. São institucionalizadas as metas do BIM, que passam a ser alcançadas de forma mais ou menos regular. São reconhecidas as mudanças nas esferas da tecnologia, processos e políticas. O marketing da organização aproveita as oportunidades do BIM. As especificações dos produtos e os padrões de entrega seguem normas nacionais ou internacionais. Succar (2009) menciona as Especificações da AIA, por exemplo. Existe o gerenciamento da modelagem e dos dados do modelo, com padrões detalhados e planos de qualidade. A colaboração entre parceiros prevê alocação de risco e atribuição de responsabilidades, mas, também as recompensas, podendo existir parcerias a longo prazo.
- **Nível de Maturidade d (Integrado):** funções e metas para o BIM são parte da organização. A equipe apresenta o BIM como vantagem competitiva no mercado e ele é utilizado para atrair e manter os clientes. O processo de negócio é integrado com os entregáveis em BIM. Existem requisitos estratégicos para implantação e manutenção de softwares, não apenas requisitos operacionais. Existe boa colaboração com os parceiros e as entregas de projeto (modelo) são sincronizadas. A produtividade é previsível. O sistema de gerenciamento da qualidade é associado aos padrões do BIM e metas de desempenho. O processo de projeto é caracterizado pelo envolvimento dos principais stakeholders nas fases iniciais.
- **Nível de maturidade e (Otimizado):** existe proatividade para alterações de processos ou políticas. Succar (2009) comenta que soluções inovadoras de produtos, processos e oportunidades de negócios são procuradas e seguidas de forma implacável. Da mesma maneira, são otimizados os canais de comunicação e integração de dados, a alocação de responsabilidades, riscos, recompensas e contratos. São constantemente revisados os usos de softwares, para alinhar a produção com objetivos estratégicos e melhorar a produtividade da empresa. Existe revisão periódica dos padrões de entrega, utilizando novas

funcionalidades dos softwares chegando a melhorias dos produtos e da produtividade. Basicamente existe um processo contínuo de revisão dos objetivos do BIM da organização e suas estratégias.

3.7 Matriz de Maturidade em BIM

Se a maturidade do BIM é um boa medida do desempenho ao desenvolver um serviço em BIM, seria preciso quantificar essa ideia, assim, Succar viu-se com um problema:

“Então, como indivíduos, equipes organizacionais, organizações e equipes de projeto podem avaliar seu próprio desempenho ou o de seus possíveis parceiros ou concorrentes? Como os clientes podem filtrar o BIM da realidade do BIM? Eles precisam - todos nós precisamos - de algum tipo de 'ferramenta' que possa ser aplicada para definir, medir e, esperançosamente, melhorar essas habilidades do BIM”.

SUCAR (2009a) disponível em: Disponível em:

<<http://www.bimthinkspace.com/2009/06/bim-episode-11-the-difference-between-bim-capability-and-bim-maturity.html>>.

Logo, ele criou a Matriz de Maturidade em BIM (BIM³) baseada em alguns modelos ou índices de maturidade já existentes no mercado, destinados à AEC ou não. Sobre os modelos de maturidade preexistentes, o autor afirma que ao analisar os mesmos percebeu que eles eram baseados em experiência de mercado e *benchmarks* (processo de comparação de produtos, serviços e práticas empresariais). Eles procuravam criar classificações simples para facilitar a melhoria contínua dentro organizações.

Contudo, para fazer a adaptação específica ao BIM, foi preciso gerar um sistema de pontuação adequado. Succar (2009) relata que era importante detalhar o processo, ou seja, não apenas determinar os pontos característicos da evolução, mas também identificar como atingir os marcos de maturidade em BIM. Por isso, também foram estudados modelos de qualidade e excelência BIM existentes no mercado, assim como outras pesquisas de avaliação da maturidade em BIM. Succar (2009) chegou a algumas conclusões como, por exemplo, que seria preciso criar poucos níveis, bem distintos entre si, com critérios claros e de fácil compreensão.

O sistema de pontuação não poderia ser inconsistente e não poderia permitir a manipulação da pontuação. Basicamente, o sistema precisa permitir a certificação dessa avaliação e deveria ser útil para equipes e organizações. Palavras do autor:

“A disponibilidade desse índice de maturidade específico do BIM ajudará os indivíduos, organizações e órgãos da indústria a justificar o investimento no desenvolvimento de competências do BIM e o aprimoramento da produtividade, avaliar o desempenho, pontos fortes e fracos do BIM e potencialmente ganhar reconhecimento no mercado pelos produtos em BIM e qualidade do serviço. (...) um índice de maturidade específico do BIM foi desenvolvido analisando, então, a integração de vários modelos de diferentes indústrias. Seus níveis de maturidade refletem a extensão das habilidades do BIM, entregáveis e seus requisitos em oposição às habilidades mínimas refletidas nas Etapas de Capacidade.”

SUCCAR (2009) p. 25. – Tradução da autora

Succar, Sher e Willians (2012) comentam que a Matriz de Maturidade é um instrumento para o acompanhamento e operacionalização do conceito de modelagem. Succar (2009) relata que ela tem várias qualidades, uma delas de que todos os estágios que ela determina estão interligados e que podem ser atingidos por um processo gradativo a partir de ações bem determinadas. É um progressão lógica dos fatos e ações. Com isso, a matriz orienta e estimula a evolução do nível de maturidade da equipe ou organização. Essa matriz pode ser utilizada por diferentes agentes da AEC, de diferentes escalas organizacionais e em diferentes pontos do ciclo de vida de um projeto. A matriz pode ser empregada pelas partes interessadas, independentemente da tecnologia utilizada, processo de gestão de projetos, localidade e outros. Portanto, a matriz é definida como: específica, granular, atingível, aplicável, neutra e relevante. Santos (2016) afirma que a sofisticação da Matriz pode ser percebida durante sua utilização, uma vez que todas aquelas características citadas podem ser percebidas.

A BIM³ tem dois eixos: Conjuntos de Capacidade em BIM e Índice de Maturidade. As tabelas que guiam a avaliação dos requisitos estão dividida em quatro partes: tecnologia, processos, políticas e estágios, como mostram as figuras de 14 à 17 que representam a série de tabelas.

Figura 14 - Matriz de Maturidade em BIM, Tecnologia – BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução de Prof. Dr. Leonardo Manzione

		CONJUNTO DE CAPACIDADES EM BIM				
		TECNOLOGIA baseadas no conjunto de capacidades V5.0				
Áreas-chave de maturidade - Granularity levels	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)	
Software: aplicações, entregáveis e dados	O uso de softwares não é monitorado e regulamentado. Os modelos 3D são utilizados principalmente para gerar representações precisas em 2D. O uso de dados, armazenamento e trocas não são definidas dentro das organizações ou das equipes de projeto. As trocas sofrem de uma grande falta de interoperabilidade.	O uso e a introdução de software é unificada dentro da organização ou das equipes de projeto. Os modelos 3D são produzidos para gerar entregáveis em 2D bem como em 3D. O uso de dados, armazenamento e trocas são bem definidos dentro da organização e das equipes de projeto. A interoperabilidade é definida e priorizada.	A seleção e o uso de softwares é gerenciada e controlada de acordo com o tipo de entregáveis definidos. Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, estudos analíticos. O uso de dados, armazenamento e trocas são monitorados e controlados. O fluxo de dados é documentado e bem gerenciado. A interoperabilidade é obrigatória e monitorada de perto.	A seleção e a implantação de softwares seguem os objetivos estratégicos da empresa e não somente os requisitos operacionais. O processo de modelagem e seus entregáveis são bem sincronizados através dos projetos e firmemente integrados com os processos do negócio. O uso de dados interoperáveis, o armazenamento e as trocas são regulamentados e executados como parte global da organização ou como estratégia de uma equipe de projetos.	A seleção e o uso de ferramentas de software são continuamente revisados para aumentar a produtividade e alinhar com os objetivos estratégicos. Os modelos BIM são otimizados e revisados cíclicamente para se beneficiarem de novas funcionalidades dos softwares e suas extensões disponíveis. Todos os assuntos relacionados ao armazenamento, uso e troca de dados interoperáveis são documentados, controlados, refletidos e proativamente reforçados.	
	Hardware: equipamento, entregáveis, localização, mobilidade	Os equipamentos para uso do BIM são inadequados; as especificações técnicas existentes são muito baixas para a organização. A troca ou atualização dos equipamentos são tratados como itens de custo e realizados apenas quando são inevitáveis.	As especificações dos equipamentos - apropriadas para a entrega de produtos e serviços em BIM - são definidas, orçadas e normalizadas em toda a organização. As atualizações e substituições de hardware são itens de custo bem definidos.	Existe uma estratégia estabelecida para documentar, gerenciar e manter o equipamento para uso do BIM. O investimento em hardware é bem orientado para melhorar a mobilidade do pessoal (quando necessário) e aumentar a produtividade do BIM.	As implantações de equipamentos são tratadas como viabilizadoras do BIM. O investimento em equipamentos é integrado firmemente com os planos financeiros, as estratégias de negócios e com os objetivos de desempenho.	Os equipamentos existentes e as soluções inovadoras são continuamente testadas, atualizadas e implantadas. O hardware torna-se parte da vantagem competitiva da organização ou da equipe do projeto.
Rede: soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso	As soluções de rede são inexistentes ou provisionais. Indivíduos, organizações (único local / dispersos) e equipes de projeto usam qualquer que seja a ferramenta para se encontrar, comunicar e compartilhar dados. As partes interessadas não têm a infraestrutura de rede necessária para coletar, armazenar e compartilhar conhecimento.	As soluções para compartilhamento de informações e controle de acesso são identificadas dentro e entre organizações. No projeto, as partes identificam as suas necessidades de compartilhamento de dados/informações. As organizações e as equipes de são conectadas por meio de conexões de banda relativamente baixas.	As soluções de rede para a coleta, armazenamento e compartilhamento do conhecimento dentro e entre as organizações são geridas através de plataformas comuns. As ferramentas de gerenciamento de conteúdo e de ativos são implantadas para regular os dados através de conexões de banda larga.	As soluções de rede permitem múltiplas facetas do processo BIM para ser integrado através do compartilhamento em tempo real de dados, informações e conhecimento. As soluções incluem redes/portais de projeto específicos que permitem o intercâmbio de dados intensivos (troca interoperável) entre as partes interessadas.	As soluções de rede são continuamente avaliadas e substituídas pelas últimas inovações testadas. As redes facilitam a aquisição de conhecimento, armazenamento e compartilhamento entre todas as partes interessadas. A otimização dos canais de dados, processos e comunicações integradas é rígida.	

Figura 15 - Matriz de Maturidade em BIM, Processos – BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 30in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução de Prof. Dr. Leonardo Manzione

e OPTIMIZADO <i>(max pts. 40)</i>	d INTEGRADO <i>(max pts. 30)</i>	c GERENCIADO <i>(max pts. 20)</i>	b DEFINIDO <i>(max pts. 10)</i>	a INICIAL <i>(pts. 0)</i>	
<p>Os fatores físicos no local de trabalho são revisados para garantir a satisfação pessoal e um ambiente propício à produtividade. As estruturas de conhecimento responsáveis pela aquisição, representação e divulgação são revistas e reforçadas sistemicamente</p>	<p>Os fatores ambientais internos e externos são integrados em estratégias de desempenho. O conhecimento é integrado em sistemas organizacionais acessível e facilmente recuperável.</p>	<p>O ambiente de trabalho é controlado, modificado e seus critérios são gerenciados para aumentar a produtividade, a satisfação e a motivação do pessoal. O conhecimento é documentado e adequadamente armazenado.</p>	<p>As ferramentas de trabalho, o ambiente e o local de trabalho são identificadas como fatores que afetam a motivação e a produtividade. O conhecimento é reconhecido como um ativo compartilhado, recolhido, documentado e assim transferido de tático para explícito.</p>	<p>O ambiente de trabalho não é reconhecido como fator de satisfação pessoal ou pode não ser favorável à produtividade. O conhecimento não é reconhecido como um ativo. O conhecimento em BIM é compartilhado informalmente entre pessoal (através de dicas, técnicas e lições aprendidas).</p>	<p>Recursos Infraestrutura Física e de Conhecimento</p>
<p>Os objetivos de competência são continuamente atualizados para corresponder com os avanços tecnológicos e alinhar com os objetivos organizacionais. As práticas em relação ao RH são revistas proativamente para garantir que o capital intelectual corresponda com as necessidades dos processos.</p>	<p>As funções e os objetivos de competência fazem parte dos valores da organização. As equipes tradicionais são trocadas por equipes orientadas ao BIM na medida que os novos processos se tornam parte da cultura. A produtividade é consistente e previsível</p>	<p>Aumenta a cooperação interna dentro da organização e são disponibilizadas ferramentas de comunicação para projetos transversais. O fluxo de informação é estabilizado, as funções em BIM são visíveis e os objetivos são atingidos de forma mais consistente.</p>	<p>As funções são informalmente definidas. Cada projeto BIM é planejado independentemente. A competência é identificada e, o heroísmo se dilui conforme aumenta a competência, mas a produtividade é ainda imprevisível.</p>	<p>Ausência de processos definidos, as funções são ambíguas, as estruturas/dinâmicas das equipes são inconsistentes. O desempenho é imprevisível e a produtividade depende do heroísmo individual. Uma mentalidade de 'dar voltas' ocorre na organização.</p>	<p>Atividades & Fluxo de trabalho Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes</p>
<p>Os produtos em BIM são constantemente avaliados e ciclos de retroalimentação promovem melhorias contínuas. A empresa passa a ser reconhecida como padrão de referência de mercado.</p>	<p>Os produtos e serviços são especificados e diferenciados de acordo com o Modelo de progressão de especificações. A inovação é incorporada nas ações estratégicas e de marketing da organização.</p>	<p>Adoção de produtos e serviços de forma similar ao Modelo de progressão de especificações (AIA 2012) ou similares. A inovação passa a ser um valor diferencial.</p>	<p>Existem diretrizes para a quebra dos modelos e nível de detalhes. Passa a existir preocupação em se manter a coerência comercial com a técnica.</p>	<p>As entregas de modelos 3D (um produto BIM) sofrem de muitos altos ou muito baixos e níveis inconsistentes de detalhe e desenvolvimento.</p>	<p>Produtos & Serviços Especificação, diferenciação e P&D</p>
<p>Os agentes externos internalizaram a visão do BIM. A estratégia de implementação do BIM é continuamente revista e realinhada com outras estratégias.</p>	<p>A visão é compartilhada através de toda a equipe da organização e pelos parceiros externos de projetos. A implementação do BIM, seus requisitos, processos e inovações de produtos e serviços são integrados na estratégia.</p>	<p>A visão para a implementação do BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores. A implementação do BIM é casada com planos de ações detalhados e com um regime de monitoramento.</p>	<p>Líderes sêniores e gerentes adotam uma visão comum sobre BIM. A implementação do BIM sofre por falta de detalhes. O BIM é tratado como uma mudança de processos baseada em tecnologia.</p>	<p>Líderes sêniores e gerentes tem visões variadas a respeito do BIM. A implementação do BIM é conduzida sem uma estratégia e através de 'tentativa e erro'. O BIM é tratado como uma tecnologia; a inovação não é reconhecida como um valor.</p>	<p>Liderança & Gerenciamento Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação</p>

PROCESSOS baseadas no conjunto de capacidades V5.0

Figura 16 - Matriz de Maturidade em BIM, Políticas – BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução de Prof. Dr. Leonardo Manzione

Áreas-chave de maturidade - Granularity level	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max.pts. 10)	c GERENCIADO (max.pts. 20)	d INTEGRADO (max.pts. 30)	e OPTIMIZADO (max.pts. 40)
Preparatória: pesquisa, programas de treinamento educacional	Muito pouco ou nenhum treinamento disponível ao pessoal do BIM. Os meios para a educação e formação não são adequados para alcançar os resultados buscados.	Os requisitos de treinamento são definidos e fornecidos quando necessários. Os treinamentos são variados, permitindo flexibilidade na entrega do conteúdo.	Os requisitos de treinamento são gerenciados para aderirem aos amplos objetivos de competência e desempenho pre-definidos. Os treinamentos são adaptados para atingirem os objetivos de aprendizagem de uma maneira rentável.	O treinamento é integrado nas estratégias organizacionais e metas de desempenho. O treinamento é tipicamente baseado nas funções e seus respectivos objetivos de competência. Os meios de treinamento são incorporados ao conhecimento e aos canais de comunicação.	O treinamento é continuamente avaliado e melhorado. A disponibilidade de treinamento e seus métodos de entrega são adaptados para permitir o aprendizado contínuo e multimodal.
	Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (benchmarks)	Não existem diretrizes para o BIM, documentação de protocolos ou padrões de modelagem. Há uma ausência de documentação e padrões de modelagem. O controle de qualidade não existe ou é informal, nem para modelos 3D nem para a documentação. Não há nenhum valor de referência de desempenho dos processos, produtos ou serviços.	As diretrizes básicas do BIM estão disponíveis (ex: manual de treinamento e padrões de entrega do BIM). Os padrões de modelagem e documentação estão bem definidos de acordo com os padrões aceitos no mercado. As metas de qualidade e as avaliações de desempenho estão definidas.	As linhas-guia detalhadas do BIM estão disponíveis (treinamento, padrões, fluxo de trabalho). A modelagem, representação, quantificação, especificações e propriedades analíticas dos modelos 3D são gerenciadas através de planos de qualidade e padrões de modelagem detalhados. O desempenho em relação aos valores de referência é rigidamente monitorado e controlado.	As diretrizes do BIM são integradas nas políticas e estratégias de negócios. Os padrões em BIM e critérios de desempenho são incorporados em sistemas de melhoria de gestão da qualidade.
Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos	Os contratos seguem os modelos convencionais pre-BIM. Os riscos relacionados com base em modelos de colaboração não são reconhecidos ou são ignorados.	Os requisitos do BIM são reconhecidos. Declarações definindo a responsabilidade de cada interessado em relação à gestão de informação estão agora disponíveis.	Há um mecanismo para gerenciar a propriedade intelectual, compartilhada do BIM e existe um sistema de resolução de conflitos do BIM.	A organização está alinhada através de confiança e dependência mútua, indo além das barreiras contratuais.	As responsabilidades são reconhecidas e continuamente revisadas e realinhadas. Os modelos contratuais são modificados para conseguirem as melhores práticas e o maior valor à todas as partes interessadas.
	Modelagem baseada em objetos: simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida	Implementação de uma ferramenta de modelagem baseada em objetos. Nenhuma alteração de processo ou política identificada para acompanhar essa implementação.	Os projetos-piloto são concluídos. São identificados os requisitos de processo e política do BIM. São preparados planos detalhados e sua estratégia de implementação.	Os processos e políticas em BIM são estimulados, padronizados e controlados.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são integrados na estratégia organizacional e nos objetivos do negócio.

POLÍTICAS baseadas no conjunto de capacidades V5.0

ESTÁGIO 1

Figura 17 – Matriz de Maturidade em BIM, Escala – BIM EXELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM.
 Tradução de Prof. Dr. Leonardo Manziane

Áreas-chave de maturidade - Granularity Level	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)	
ESTÁGIO 2 Colaboração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos nD através das fases do ciclo de vida da edificação	A colaboração em BIM acontece para um fim específico, as capacidades de colaboração internas a empresa são incompatíveis com os parceiros de projeto. Pode haver falta de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração em BIM está bem definida, mas ainda é reativa. Existem sinais identificáveis de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração é proativa e multidisciplinar, os protocolos são bem documentados e gerenciados. Há confiança mútua, respeito e partilha de riscos e recompensas entre os participantes do projeto.	A colaboração de vários segmentos inclui agentes a jusante do processo. Caracteriza-se pelo envolvimento dos principais participantes durante as primeiras fases do ciclo de vida dos projetos.	A colaboração de vários segmentos inclui agentes a jusante do processo. Caracteriza-se pelo envolvimento dos principais participantes durante as primeiras fases do ciclo de vida dos projetos.	A equipe multidisciplinar inclui todos os agentes-chave em um ambiente caracterizado pela boa vontade, confiança e respeito.
ESTÁGIO 3 Integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos nD através das fases do ciclo de vida da edificação	Os modelos integrados são gerados por um conjunto limitado de agentes interessados do projeto - possivelmente por trás dos firewalls corporativos. A integração ocorre com pouco ou nenhum processo pre-definido, normas ou protocolos de intercâmbio. Não há nenhuma resolução formal dos papéis e responsabilidades dos agentes envolvidos.	Modelos integrados são gerados por um grande subconjunto dos agentes envolvidos no projeto. A integração segue guias de processo predefinidos, padrões e protocolos de intercâmbio. As responsabilidades são distribuídas e o risco são atenuados através de mecanismos contratuais.	Os modelos integrados (ou partes) são gerados e gerenciados pela maioria dos agentes envolvidos no projeto. As responsabilidades são claras dentro de alianças temporárias do projeto ou parcerias de longo prazo. Os riscos e as recompensas são ativamente gerenciados e distribuídos.	Os modelos integrados são gerados e gerenciados por todos os agentes envolvidos no projeto. A integração baseada em rede é a norma e o foco não é mais sobre como integrar modelos e fluxos de trabalho, mas proativamente detectando e resolvendo a tecnologia, os processos e os desalinhamentos das políticas.	A integração dos modelos e dos fluxos de trabalho é continuamente revista e otimizada. As novas eficiências, alinhamentos, e os resultados são ativamente perseguidos por uma equipe de projeto interdisciplinar firmemente unida. Os modelos integrados contribuem para muitos agentes envolvidos ao longo da cadeia produtiva.	
MICRO Organizações: Dinâmicas e entregáveis em BIM	A liderança no processo BIM não existe e a implementação depende de "campeões" da tecnologia.	A liderança no processo BIM é formalizada, os diferentes papéis são definidos dentro da implementação.	As funções pre-definidas no processo BIM se complementam na gestão do processo de implementação.	As funções no processo BIM são integradas em estruturas de liderança da organização.	A liderança no processo BIM se alterna continuamente para permitir novas tecnologias, processos e resultados.	
MESO Equipes de projeto: (múltiplas organizações) dinâmicas inter-organizacionais e entregáveis em BIM	Cada projeto é executado de forma independente. Não existe acordo entre as partes interessadas para colaborar além do seu projeto atual em comum.	As partes interessadas pensam além de um único projeto. Os protocolos de colaboração entre os participantes do projeto são definidos e documentados.	A colaboração entre várias organizações ao longo de vários projetos é gerenciada através de alianças temporárias entre as partes interessadas.	Os projetos colaborativos são realizados por organizações interdisciplinares ou equipes de projeto multidisciplinar, uma aliança de muitos agentes-chave.	Os projetos colaborativos são realizados pela auto otimização das equipes de projeto interdisciplinar e inclui a maioria das partes interessadas.	
MACRO Markets: dinâmicas e entregáveis em BIM (Aplicar esse tópico apenas assessorado por um consultor)	Muito poucos fornecedores de componentes gerados pelo BIM (bibliotecas virtuais de componentes e materiais). A maioria dos componentes são preparados pelos usuários finais e os desenvolvedores de software.	Os componentes BIM gerados por fornecedores estão cada vez mais disponíveis bem como os fabricantes e fornecedores identificam os benefícios do negócio.	Os componentes BIM estão disponíveis através de repositórios centrais altamente acessíveis e pesquisáveis. Os componentes não são interativamente conectados às bases de dados dos fornecedores.	Os acessos aos repositórios de componentes são integrados aos softwares de modelagem BIM. Os componentes são interativamente ligados aos bancos de dados de origem (por preço, disponibilidade, etc...).	O intercâmbio de componentes BIM é dinâmico, de vários caminhos entre todos os agentes envolvidos através de repositórios centrais ou mesclados.	

ESCALA

3.8 Índice de Maturidade - *BIM Maturity Index (BIMMI)*

Até este ponto, percebemos que na metodologia de Succar é analisado um conjunto de Competências em BIM (dentro dos Campos de Tecnologia, Processos e Políticas), as quais são avaliadas em uma Matriz de Maturidade. Essa matriz pode ser resumida em um índice, um número capaz de compilar e mensurar o quadro global da organização. Os cinco níveis de maturidade BIM são pontuados, do inicial com 0 (zero) pontos ao Otimizado, com 40 (quarenta) pontos. A pontuação de 40 pontos é definida no documento BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM.

Santos (2016, p.46) afirma que: “(...) a escala de pontuação é progressiva e acumulativa, logo, só se pode passar a um nível de maturidade mais alto tendo como pressuposto o cumprimento total do nível de maturidade anterior”.

Para este trabalho, são avaliadas dez competências, assim como aspectos relativos aos Estágios do BIM e a inserção da organização nas Escalas do BIM. Foi desconsiderada a avaliação da escala Macro, conforme orientado pela BIM³, pela ausência de consultor no processo de avaliação. O total máximo de pontos é 600, que representa uma situação de nível Otimizado para todas as competências. A Tabela 1, Índice de Maturidade em BIM, demonstra o esquema de pontuação e seu roteiro de cálculo.

Tabela 1 - Índice de Maturidade BIM – adaptado de SANTOS (2016)

ÍNDICE DE MATURIDADE EM BIM (BIMMI)						
Avaliação na Granularidade (nível 1)		inicial	definido	gerenciado	integrado	otimizado
		0	10	20	30	40
Tecnologia	Software					
	Hardware					
	Rede					
Processos	Recursos					
	Atividades e Fluxo de trabalho					
	Produtos e serviços					
	Liderança e Gerenciamento					
Políticas	Preparatória					
	Regulatória					
	Contratual					
Estágio 1	Modelagem					
Estágio 2	Colaboração					
Estágio 3	Integração					
Escala	Micro					
Escala	Meso					
Subtotal						
Total de pontos						600
Grau de Maturidade						600
Índice de Maturidade						100

Após a pontuação na Tabela de Índice de Maturidade (Tabela 1), são extraídos dois valores, o Grau de Maturidade e o Índice de Maturidade. O Grau de Maturidade é a média aritmética das dezesseis áreas analisadas (soma da pontuação com máxima de 640 dividido por 16), sendo seu valor máximo de 40. O Índice de Maturidade é um valor percentual, onde o Grau de Maturidade é referenciado à pontuação máxima (100%) de 40 pontos, como mostra a Tabela 14 – Grau de Maturidade em BIM e a relação com o conceito de Nível de Maturidade BIM.

Tabela 2 - Graus de Maturidade BIM – adaptado de SANTOS (2016)

GRAU DE MATURIDADE EM BIM			
	Nível de Maturidade	Classificação textual	Classificação numeral
A	Inicial	Baixa maturidade	0-19%
B	Definido	Média-baixa maturidade	20-39%
C	Gerenciado	Média maturidade	40-59%
D	Integrado	Média–alta maturidade	60-79%
E	Otimizado	Alta maturidade	80-100%

3.9 Apropriação do método de avaliação – especificidades desta pesquisa

Para analisar a BIM³ foi seguida a sugestão de avaliação da BIME Initiative para uma avaliação gradativa com método de cores, usando a seguinte escala, como mostra a Figura 18 – escala gradativa para estudos de caso:

Figura 18 - Escala gradativa para estudos de caso



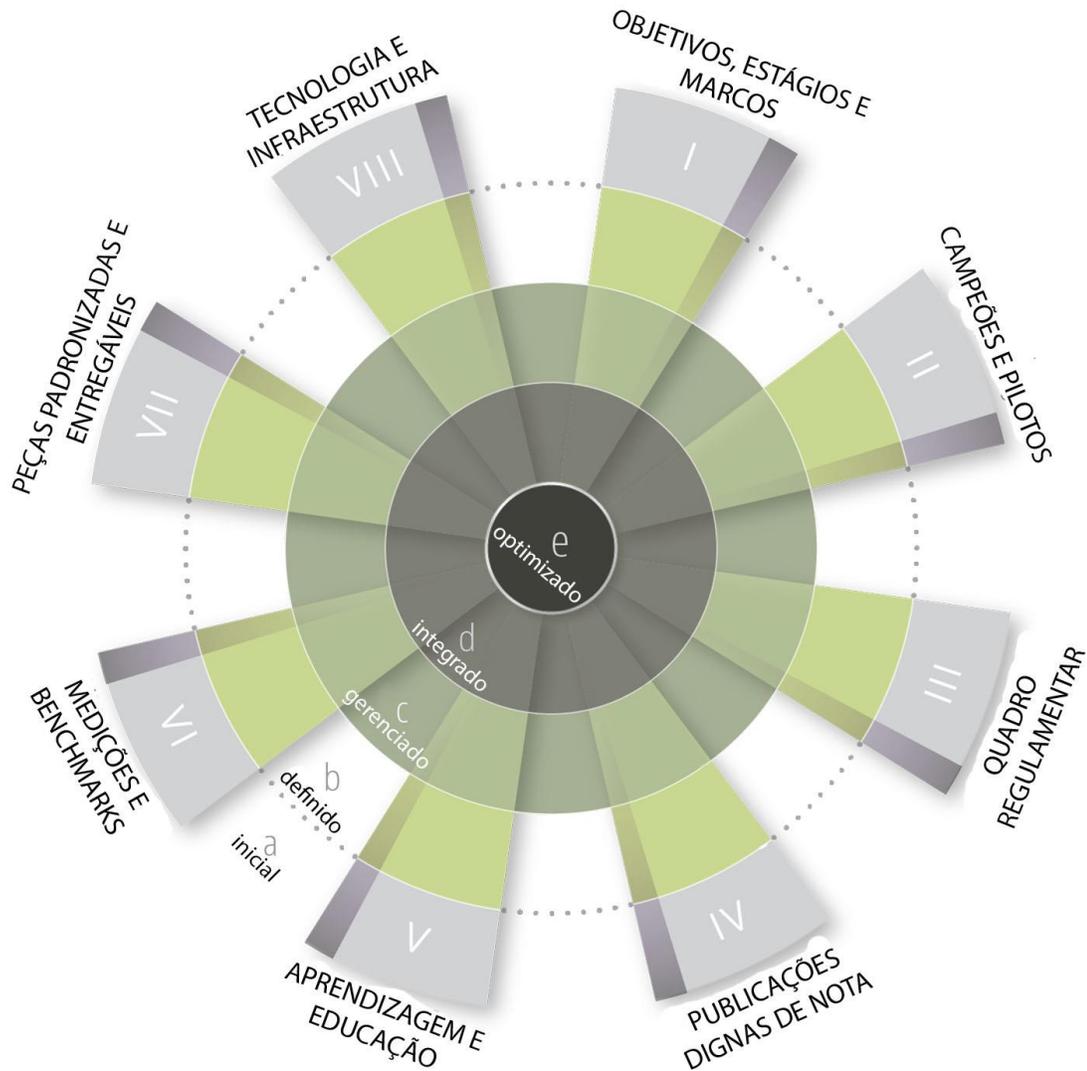
O esquema de cores se mostrou bastante eficiente para uma rápida compreensão da evolução das habilidades, uma vez que os gráficos de pontuação da matriz ganharam caráter gráfico. Os itens em amarelo, parcialmente atingidos, podem receber pontuações intermediárias, por exemplo, se o item foi pontuado com 5 pontos de uma máxima de 10, significa que o avaliado atinge metade das habilidades almeçadas. Todas as pontuações foram detalhadas para justificar a pontuação gradativa e outras.

3.10 Macro BIM

Durante a análise das empresas, feitas nos estudos de caso, foi observado que todas elas são influenciadas por ações do mercado e pelo meio em que estão inseridas. Existe uma repetição de fatores limitantes externos às empresas, como a dificuldade de se encontrar projetistas complementares em BIM. Logo, a evolução da Maturidade em BIM das empresas projetistas pesquisadas está relacionada à maturidade Macro da AEC. Ou seja, existem dificuldades externas comuns que devem ser enfrentadas.

Succar (2015a) define um modelo para identificar a Maturidade Macro em BIM, em países ou outras escalas macro-organizacionais. O modelo é baseado em oito componentes complementares: Objetivos; Estágios e marcos; Campeões e pilotos; Quadro Regulamentar; Publicações dignas de nota; Aprendizagem e educação; Medições e benchmarks; Peças padronizadas e entregáveis; e infraestrutura e tecnologia. A Figura 19 ilustra esse modelo conceitual.

Figura 19 - Competentes de Macro Maturidade BIM – (SUCCAR, 2015a) - adaptação e tradução da autora.



A seguir, cada componente será explicado com base nas definições de Succar (2015a):

1) Objetivos, etapas e marcos:

É a organização do status atual de maturidade para as metas futuras, ou seja, é a disponibilidade de objetivos claros específicos da política em BIM, definição de estágios intermediários de capacidade e marcos mensuráveis de maturidade. A baixa maturidade neste

componente ocorre quando não existem objetivos e metas; a formulação dos mesmos, bem como o controle, monitoramento e integração com os outros componentes da Matriz que representam a evolução da maturidade. A máxima maturidade seria quando existe uma constante revisão dos objetivos e metas, na qual estes estão totalmente integrados com o processo de avanço tecnológico, inovação e integração internacional.

2) Campeões e pilotos

São indivíduos, grupos e organizações que assumem a tarefa de demonstrar a eficácia de um sistema ou processo inovador para os potenciais adotantes. Para Succar (2015a) existem dois tipos nessa categoria, os campeões e os condutores. Os campeões são “experimentalistas voluntários”, por exemplo, aqueles que promovem uma nova solução de software ou um novo processo. Os pilotos são “executores designados” de uma estratégia de disseminação do BIM de cima-para-baixo, Top-down, (explicada mais à frente). Além de executar as soluções, eles são aqueles que se comprometem em comunicar, encorajar e monitorar a adoção em larga escala do BIM. A medição de maturidade desse componente vai desde a falta de campeões e condutores, até o ponto onde eles são responsáveis por coordenar a Macro adoção do BIM, estipulando os sistemas, protocolos e outros.

3) Quadro regulamentar

Esse item serve para a regulamentação dos projetos colaborativos. Ele diz respeito aos contratos, direitos de propriedade intelectual e plano de riscos, como por exemplo, indenizações e seguros. Como já dito nesta pesquisa, a contratação em BIM requer um gerenciamento de contratos, projetos e processos mais complexo do que a situação anterior de Pré-BIM. É preciso controlar, por exemplo, a autoria e propriedade dos modelos integrados; as contratações e envolvimento antecipado de stakeholders; a estrutura de troca de dados e os padrões de entregas da informação. Por isso, é preciso que exista uma estrutura regulatória que mitigue os riscos e dê suporte a essa complexidade, que deixe claro os direitos e as responsabilidades das várias partes envolvidas no projeto e que também dê suporte às diferentes fases do ciclo de vida do edifício. A maturidade Macro deste componente vai de um estágio no qual não existe nenhum suporte regulatório até o

ponto onde ele esteja totalmente integrado com todos os componentes do Macro BIM e seja constantemente revisado.

4) Publicações dignas de nota

Representa os documentos relevantes desenvolvidos por participantes influentes do setor que sejam destinados a um público de todo o mercado como guias, protocolos e mandatos. A disponibilidade e a distribuição dos documentos são usadas como métrica para estabelecer a maturidade do BIM nesse componente.

5) Aprendizagem e educação

O quinto componente se refere às atividades educacionais que abrangem conceitos, ferramentas e fluxos de trabalho do BIM. Mais do que treinamento em software, nesse item são incluídos como tópicos os fluxos de trabalho digitais, as entregas baseadas em modelos e outros itens que proporcionem o desenvolvimento profissional. A medição da maturidade vai desde quando os provedores de aprendizado não têm a capacidade de ministrar educação fundamentada em BIM, até quando o desenvolvimento em BIM está atrelado aos programas de desenvolvimento profissional.

6) Medições e benchmarks

Esse componente diz respeito às referências do mercado para realização de projetos e avaliação das capacidades de indivíduos, organizações e equipes. Representa a adoção de *benchmarks*, assim como a disponibilidade de métricas no mercado que determinem marcos ou referências para melhorar o desempenho dos Agentes do BIM. Um alto grau de maturidade nesse componente representa a padronização de métricas e *benchmarks* nos requisitos de projeto e fluxo de trabalho e determinação de entregáveis. Os padrões são utilizados para contratação de serviços, qualificação de indivíduos e organizações.

7) Peças padronizadas e entregáveis

É a padronização dos objetos dentro do modelo BIM, por exemplo, paredes, vigas, unidades, portas, móveis, etc. Diz respeito também aos usos do modelo, padronização de entregáveis e uso de banco de dados externos. Por exemplo, em um estado de maturidade avançado, existem bibliotecas de objetos padronizadas de referência; contratações de serviços baseadas em requisitos do modelo; integração com o ciclo de vida do edifício e operação.

8) Infraestrutura tecnológica

O último componente é o mais simples de ser compreendido. É a disponibilidade e acessibilidade ao hardware, software e sistemas de rede. Também se refere aos sistemas de troca de informação e hospedagem de modelos.

Os componentes podem ser medidos de diferentes formas, independentemente ou fazendo comparações entre eles. Succar (2015) coloca que, para uma avaliação de baixo detalhamento ou auto administrada, pode-se utilizar como referência o conceito de o Índice de Maturidade BIM com seus cinco níveis de maturidade: Baixa maturidade; Maturidade definida ou média-baixa; Gerenciado; Integrado; e Otimizado.

Succar (2018) afirma que para os avaliadores em BIM, pesquisadores e formuladores de políticas, é importante identificar a maturidade dos países que utilizam o BIM para identificar destaques de cada um deles, o que ainda falta ser alcançado e o que pode ser aprendido em cada experiência em BIM. Ele aponta Mohamad Kassem como pesquisador associado que está buscando desenvolver meios para medir a maturidade em países.

A difusão do BIM é um termo que descreve a disseminação e adoção de ferramentas BIM, fluxos de trabalho e protocolos dentro de uma população definida. Existem várias formas do BIM se difundir no mercado, pode ser por iniciativa privada, quando uma empresa líder passa a

utilizar o BIM e exigir de parceiros; por iniciativas governamentais com exigências em contratações públicas; iniciativas de órgãos educacionais, produtores de software, etc. Succar (2014) aponta que a difusão em uma organização (micro) ou em um mercado (macro) pode ser: de cima pra baixo ou de baixo para cima.

O autor descreve que uma difusão *top down*, de cima-para-baixo, ocorre quando uma autoridade exige uma solução que, para ela, é percebida como favorável. Succar (2014) cita experiências desse tipo no nível Macro em países como o Reino Unido e Cingapura. Ele menciona que o mesmo pode ocorrer em uma escala Micro, quando uma autoridade da organização, empresa ou equipe passa a fazer exigências. Para o autor, se as soluções são difundidas na cadeia de autoridade e associadas a incentivos e educação, passam a ser adotadas.

Na difusão de-baixo-para-cima, *bottom up*, não existe coerção. No nível Macro, se isso ocorre como uma solução ou conceito inovador, é adotado por uma ou mais organizações inferiores ou próximas à extremidade inferior da autoridade, a solução paulatinamente se torna uma prática comum. Como exemplo, o autor cita a Austrália. No nível Micro, a difusão ascendente é similar, por exemplo, a solução inovadora é introduzida por funcionários e gradativamente é reconhecida pela gerência média e sênior, passando a ser adotada pela organização.

Succar (2014) cita ainda um terceiro tipo de difusão, do-meio-para-fora, *middle out*, cuja percepção é mais sutil. Ela ocorre quando as organizações ou indivíduos do meio da cadeia que incentivam a adoção de novas soluções, sendo que eles podem impulsionar os setores abaixo e acima deles. Por exemplo, na escala micro isso ocorre quando um gerente de equipe adota uma solução que ele pessoalmente julga ser melhor, influenciando sua equipe e seus superiores na adoção da mudança. Na cadeia macro um dos exemplos pode ser a ação de Construtoras e Empreiteiras, que podem influenciar empresas menores (fornecedores, projetistas, subcontratados) a adotar uma solução e que podem, eventualmente, encorajar autoridades a adotar a padronização da solução.

“Independentemente de como a difusão ocorre em diferentes mercados e de qual abordagem de difusão é mais rápida, ou melhor, todos os interessados desempenham um papel importante (explícito ou implícito) no processo de difusão macroeconômica. Reconhecendo os *stakeholders* da indústria como uma rede de atores, podemos

incorporar suas habilidades únicas, mas complementares, em uma estratégia de difusão BIM estruturada e coordenada.”

SUCCAR (2015) – tradução da autora - Disponível em:

<http://www.bimthinkspace.com/2015/05/episode-23-stakeholders-role-in-macro-bim-diffusion.html>

Succar (2015b) criou uma Matriz de Função de Difusão (Figura 20). Para o pesquisador a matriz pode ser utilizada para esclarecer quem está fazendo o quê (avaliação de difusão) ou quem deve estar fazendo o quê (planejamento de difusão). Na matriz ele elencou nove categorias de Agentes do BIM (BIM Players) que estão dispostos na matriz no eixo Y. No eixo X estão as oito categorias da Maturidade Macro do BIM (explicados a seguir). A intersecção dos eixos resume os papéis que cada um está exercendo ou deveria exercer:

- A - Papel de liderança - responsáveis por iniciar, desenvolver e manter um esforço de difusão estruturado
- B - Papel de Suporte - auxiliam o papel principal a se comunicar e se envolver com outros agentes.
- C - Papel participante - primeiros usuários de sistemas / processos inovadores

Figura 20 - Matriz de Papéis de Difusão – (SUCCAR, 2015b) - adaptação e tradução da autora.

MATRIZ DE PAPÉIS DE DIFUSÃO
COMPONENTES DE MACRO MATURIDADE

	OBJETIVOS, ETAPAS E MARCOS	CAMPEÕES E PILOTOS	QUADRO REGULAMENTAR	PUBLICAÇÕES DIGNAS DE NOTA	APRENDIZAGEM E EDUCAÇÃO	MEDIÇÕES E BENCHMARKS	P. PADRONIZADAS E ENTREGÁVEIS	INFRAESTRUTURA E TECNOLOGIA	
MACRO GRUPOS DE PALYERS	CRIADORES DE POLÍTICAS	A	A	A	B	B	A	B	C
	INSTITUIÇÕES DE ENSINO	B	B	A	A	A	B	C	C
	ORGANIZAÇÕES DE CONSTRUÇÃO	B	A	B	B	B	A	A	B
	PRATICANTES INDIVIDUAIS	C	C	C	C	A	C	C	C
	DESENVOLVEDORES DE TECNOLOGIA	C	C	C	C	B	C	B	A
	SERVIDORES DE TECNOLOGIA	C	C	C	B	A	C	B	A
	ASSOCIAÇÕES INDUSTRIAIS	B	B	A	A	B	A	C	C
	COMUNIDADES DE PRÁTICA	C	B	C	B	B	C	A	C
	ADVOGADOS DE TECNOLOGIA	A	A	B	A	B	B	A	B

[A] LIDERANDO, [B] APOIANDO & [C] PARTICIPANDO

Sobre a situação do Brasil, a referência de pesquisa é o relatório “Estratégia para difusão do BIM no Brasil” de Amorim e Kassem (2015). Baseados nos oito componentes de Maturidade Macro do BIM, os pesquisadores organizaram um panorama sobre a evolução do BIM em diferentes países, incluindo o Brasil. Eles compararam o status em BIM de países da União Europeia (reino Unido, França, Holanda, Finlândia e Noruega) com o Brasil, chegando em recomendações sobre cada um dos componentes para melhorar difusão BIM.

Eles constatam que o Brasil tem seus maiores avanços no setor tecnológico e no setor específico da modelagem, estando no Estágio de Capacidade de Modelagem. Os setores que envolvem políticas e processos são os que apresentam menores índices. A figura a seguir mostra a avaliação dos pesquisadores dividida em quatro classificações de desenvolvimento.

Figura 21 - Manzione (2018). Disponível em: <http://www.makebim.com/2016/09/03/mohamad-kassem-estrategia-para-a-difusao-do-bim-no-brasil/>

	Países						
	UK	França	Holanda	Finlândia	Noruega	Brasil	
Componentes das política BIM	Estratégia, visão e metas	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Amarelo
	Normas, protocolos e guias	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde
	Condutores e líderes	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Amarelo
	Produtos normalizados	Verde	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Verde	Amarelo
	Estrutura regulatória	Verde	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo
	Medição e otimização	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Vermelho
	Educação e aprendizagem	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo
	Infraestrutura tecnológica	Verde	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Verde
	Vermelho		Amarelo		Verde	Verde	
	Não existente		Iniciada		Em desenvolvimento	Bem desenvolvidas	

Amorim e Kassem (2015) chegam à conclusão de que existe uma lacuna dentro das políticas em BIM no Brasil e, se compararmos o Brasil com outros países, é menor a diferença entre eles no que tange aos componentes de estrutura regulatória, educação e aprendizagem. Na figura acima também podemos observar que no componente estratégia, visão e metas, a maior parte dos países encontra-se num maior nível de desenvolvimento, enquanto o Brasil está iniciando estes processos.

Amorim e Kassem (2015) apontam que o Brasil é muito grande geograficamente e que os contratos públicos são mantidos por inúmeros órgãos do governo, regionais ou nacionais. Dessa forma, é difícil agilizar o processo junto aos setores públicos. O país foi comparado à França e ao Reino Unido, onde ocorreram ações centralizadoras dos governos que impuseram o uso do BIM em contratos públicos. O relatório deixa clara a importância de ter objetivos e líderes definidos, com poder de decisão e responsabilidades. Além disso, o relatório trata da importância das normas

ABNT e a certificação de treinamentos. Os autores fazem diversas recomendações à disseminação do BIM no país, das quais podemos destacar:

- **Estratégias, objetivos e fases:** O país deve estabelecer uma “Agenda estratégica Nacional da Construção Civil”; desenvolver ações BIM coordenadas entre diferentes ministérios nacionais e, de forma gradual, estabelecer o BIM como obrigatoriedade em contratações federais.
- **Guias e Protocolos:** No relatório foi recomendada a criação de um “Comitê Técnico” de especialistas do setor (de todos os segmentos da indústria) para desenvolver padrões e protocolos em BIM obrigatórios; recomendou-se também a revisão dos padrões pré-BIM e a criação de novos protocolos para o BIM separados por diferentes fases de projeto (o que é compatível com a metodologia utilizada atualmente no Brasil);
- **Líderes e especialistas:** Desenvolver uma rede de líderes com responsabilidades e poder de decisão; escolher um líder GT BIM do Brasil, para coordenar e implementar os objetivos do BIM do país.
- **Bibliotecas digitais:** Desenvolver normas para os conteúdos gráficos e não gráficos (fato que afeta os modelos de objetos digitais e o processo de especificação de projeto)
- **Arcabouço regulatório:** Desenvolver um documento que inclui as obrigações, responsabilidades e direitos de propriedade intelectual e incluir protocolos em BIM e elementos regulatórios referentes que sejam partes integrais de contratos. Especificar um “gerente de resultado em BIM” ou “gerente de informação”, representando o cliente e fazendo a gestão da informação, profissional que não deve ser confundido com a figura de gerente do BIM dentro da empresa projetista.
- **Medidas e Otimização:** desenvolvimento de avaliações em BIM na cadeia de fornecimento de projeto e de indivíduos e organizações.
- **Educação e treinamento:** Desenvolver e implementar programas de certificação para treinamento profissional; incentivar, por meio da redução de impostos, o treinamento do contingente atual de profissionais da indústria de construção.

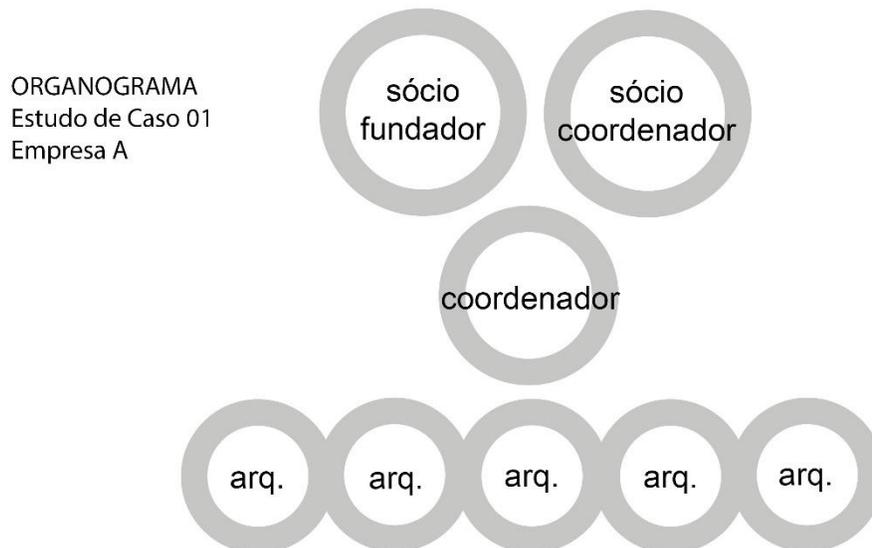
4 Estudo de Caso 1

4.1 Apresentação e Caracterização da empresa

A empresa A foi fundada em 1981, portanto, há 36 anos, e hoje é conhecida no mercado por sua produção em BIM, uma vez que já realizou alguns projetos importantes no âmbito nacional. Atualmente as principais frentes de atuação do escritório são edifícios comerciais de grande porte, indústrias, centros de distribuição e logística. Muitos de seus clientes são aqueles que buscam o BIM, até por questões de exigência das suas sedes, situadas fora do Brasil.

Em momentos de grande produção e demanda a empresa já chegou a ter vinte funcionários. Atualmente a empresa possui oito membros, incluindo cinco arquitetos, uma coordenadora de projetos, uma sócia que também exerce função de coordenadora (que está na empresa há vinte e cinco anos e participou da implantação do BIM) e um sócio executivo (fundador e titular), como mostra a Figura 22.

Figura 22 - Organograma da Empresa A



4.2 Transição para o BIM

Sua trajetória em BIM começou nos anos 2.000, durante um projeto para uma estação de transporte público de trens. Os membros do escritório precisaram realizar uma grande revisão de projeto após o mesmo já ter sido entregue e, dada a dificuldade, passaram a questionar o então modelo de produção e gerenciamento, baseado em desenhos 2D com o programa Autocad da Autodesk. Eles tinham a preocupação de que as informações de projeto não fossem confiáveis, já que eram diversos arquivos desvinculados e o processo de conferência era confuso. Outra questão importante para o escritório era a cobrança pelas horas de retrabalho, a qual sempre foi difícil de ser negociada com o cliente.

Assim, o escritório buscou outras maneiras de projetar e entrou em contato com a Autodesk, a qual trocou as licenças de Autocad para o Revit, sem custos adicionais. Na ocasião, o programa era muito desconhecido no mercado brasileiro e a empresa de *software* passou a dar assessoria ao escritório. Conforme relatado, o investimento inicial foi considerado médio, se comparado com captação de renda do escritório, uma vez que o maior ônus recaiu sobre a melhoria de *hardware*.

Nesse primeiro momento o escritório buscou facilidade de produção e compatibilização da informação. Não houve nenhum treinamento, projeto piloto ou consultoria sobre a metodologia de trabalho e processos, até mesmo porque, de acordo com o sócio entrevistado, não havia ninguém no Brasil que dominasse esse assunto na época. O programa Autocad foi retirado do escritório radicalmente, com o objetivo de não voltar para ao modo mais confortável de produção.

O escritório foi uma das primeiras empresas a utilizar o programa da Autodesk no país, sendo que uma equipe internacional da empresa esteve no escritório para entender os problemas que os brasileiros estavam tendo com o *software* e repassar melhorias para seu desenvolvimento. Os primeiros problemas foram com os padrões de representação gráfica. A configuração de *software* e a biblioteca foram sendo construídos paulatinamente pelos próprios membros da equipe.

Em 2002, cerca de vinte e um anos da fundação do escritório, o uso efetivo do Revit teve início e, durante os oito anos seguintes, os modelos BIM apresentavam apenas a disciplina de Arquitetura e eram entregues os mesmos entregáveis anteriormente feitos em Autocad, arquivos

no formato pdf e dwg. Não havia exigência do mercado para outros produtos e não eram encontrados parceiros projetistas para projetos BIM multidisciplinares. Aliás, os próprios sócios afirmaram que até então não tinham conhecimento total sobre os conceitos do BIM e não tinham outros objetivos para a ferramenta do *software* na empresa.

Em 2011 o escritório venceu a licitação para realizar o projeto de um edifício sede da Petrobrás do pré-sal em Santos, por ter apresentado a maior nota classificatória para empresa de Arquitetura, que tinha como exigência em seu edital vinte e oito disciplinas em BIM. Tal projeto foi de suma importância para o escritório, pois, o mesmo foi obrigado a expandir seus conceitos sobre o BIM, passando a produzir novos produtos e trabalhando com outras equipes.

Nesse projeto o escritório sofreu auditorias da empresa contratante e de consultorias internacionais, para validar o processo de trabalho, verificando aspectos tais como a rastreabilidade da informação entre outros. Ao total foram três auditorias. Esse projeto também teve muita visibilidade no mercado já que a empresa petroquímica e a empresa projetista divulgaram-no como pioneiro e inovador, atraindo bastante atenção.

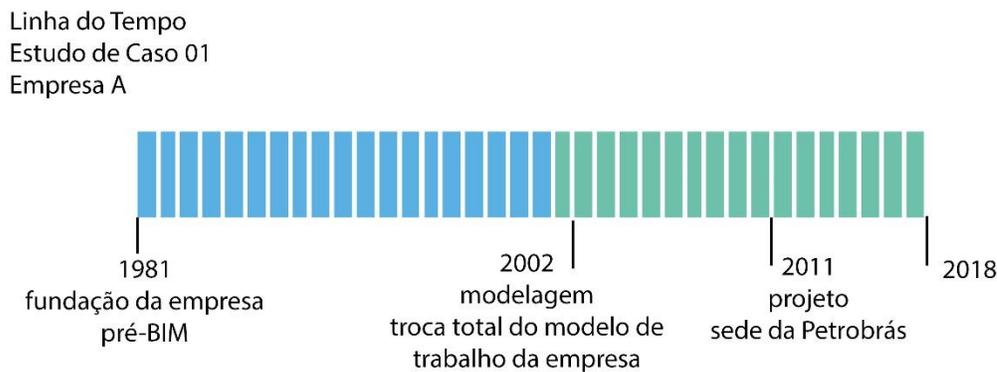
A longa duração do projeto, dois anos, dificultou o processo de elaboração de entregáveis, uma vez que as etapas tradicionais de entregas eram muito longe uma das outras. Foi necessário criar uma sistemática de entregas de documentos mais frequente, como uma tabela de evolução e tabela de correções do modelo, nas quais eram especificadas as ações feitas e comprovado o desenvolvimento do trabalho, sendo que os pagamentos estavam vinculados às entregas desses relatórios. O modelo era entregue toda noite para a plataforma digital da empresa contratante.

Com o grande desenvolvimento da empresa nesse projeto, melhorias nos processos de trabalho foram sendo introduzidas de maneira contínua, até chegarem a um padrão que hoje é considerado satisfatório pelos sócios.

A participação em eventos e congressos relacionados ao BIM são frequentes e ajudam o escritório na aprendizagem de novas tecnologias, métodos de desenvolver a modelagem e o gerenciamento do BIM.

Hoje os processos são padronizados e os produtos em BIM são oferecidos ao cliente, mesmo que ele inicialmente não deseje isso. Os entregáveis da empresa incluem o modelo, tabelas de quantitativos, bibliotecas, relatórios de compatibilização, relatórios sobre o modelo e arquivos dwg, além de incluir as pranchas em pdfs e outros. Abaixo, na Figura 23, é apresentado um resumo do processo de implantação do BIM na empresa, representado sob a forma de uma linha de tempo.

Figura 23 - Linha do Tempo Empresa A – da autora



4.3 Tecnologia

Os *softwares* utilizados pela empresa são: pacote Windows, Revit e Navisworks da Autodesk, Ideate BIMlink (vinculando tabelas do modelo com tabelas do excel), Projectwise da Bentley Systems (compartilhamento de arquivos), Bizagi Modeler da Business Process Management (para criação de fluxogramas de projeto) e para cronogramas e gestão MsProject da Microsoft.

O escritório detém 20 (vinte) licenças perpétuas do software Revit, adquiridas em 2002, sendo que já chegou a deter mais cinco outras licenças temporárias. As licenças eram atualizadas anualmente, mediante um custo de renovação. Contudo, houve mudanças no sistema de

licenciamento do Revit e agora a empresa Autodesk propõe um sistema de aluguel anual. Desde 2017 as licenças não são renovadas. Os sócios não possuem plano de longo prazo para resolver a questão das atualizações e afirmam que existem limitações do próprio mercado, uma vez que seus parceiros também não atualizaram mais suas versões.

Dos demais programas, o escritório possui menos licenças, já que estes são majoritariamente utilizados pelos coordenadores, a exemplo do Ideate BIMLink, do qual possuem duas licenças.

O escritório possui quinze computadores para serem usados por oito pessoas. Os computadores possuem sistema operacional Windows e têm configuração de Workstation com processador Xeon (específico para servidores). Treze máquinas possuem 24 (vinte e quatro) gigas de memória RAM e duas máquinas possuem 32 (trinta e dois gigas) de memória RAM. Todos eles possuem placa de vídeo Nvidia Quadro. A máquina mais antiga tem data de 2005 e a mais recente tem menos de um ano de uso. A assistência de manutenção das máquinas é feita por meio de um contrato permanente com a Dell, fabricante das máquinas e os entrevistados disseram que acham esse sistema de manutenção satisfatório.

Sua rede é Gigabit Ethernet (velocidade de 1 Gigabit por segundo), com dois servidores e disco Hot Swap (sistema de discos de memória vinculados, para que o sistema se mantenha em operação caso um disco seja retirado, sem haver perda de arquivos). Não possui sistema de armazenamento em nuvem específico do escritório, no entanto, cada contrato possui sistemas de armazenamento de arquivos em nuvem específicos, os quais são propostos pelo cliente e funcionam durante o desenvolvimento do projeto.

4.4 Organização da empresa, processos e gestão de pessoas

O líder do BIM na empresa, ou gerente do BIM, é a sócia coordenadora, que possui visão estratégica do assunto. Sua função é definir o processo de trabalho, as estratégias para o desenvolvimento do modelo e tomar as decisões operacionais, além de fazer constantes auditorias dos modelos.

Somente as duas coordenadoras são as responsáveis pelo início da modelagem, ou seja, a estrutura virtual de organização do modelo, como eixos e níveis, que será distribuída para as outras disciplinas. Além disso, são as coordenadoras que definem o momento para passar o modelo para o restante da equipe, de acordo com o desenvolvimento do mesmo.

Um ponto importante para o bom funcionamento do sistema de produção do escritório é a *MBS*, ou seja, fragmentação do edifício ou edifícios projetados, em mais de um modelo, sendo que os modelos ficam vinculados a um modelo principal. Esse sistema está alinhado com a *WBS* que é o mesmo conceito para planejamento, isto é, acontece também com os modelos de outras disciplinas, por exemplo, o modelo de estrutura vinculado ao modelo de Arquitetura.

Outra peculiaridade, é que o escritório cria um arquivo separado para a geração de folhas, que é vinculado ao modelo principal. O padrão é estipulado pelas coordenadoras que o repassam aos arquitetos para garantir que as pranchas sejam idênticas e tenham homogeneidade em assuntos como: distância das cotas em relação às vistas, penas, cores, escalas, etc. Para realizar isso, são utilizados aplicativos do programa Revit, como o *Sheet Creator* ou *Sheet Duplicator*, também desenvolvidos pela Autodesk. Sobre os processos internos, o escritório é bastante pragmático. A nomeação dos documentos envolvidos em um projeto utiliza a classificação *Omniclass*, para identificar elementos no modelo, nomes de arquivos e documentos. Esses códigos são usados até em trocas de e-mail. Como o sistema de classificação *Omniclass* é complexo, os nomes de arquivos sempre começam pelo número *Omniclass* e seguidos por uma palavra de fácil identificação, como o nome do cliente, por exemplo. Vale ressaltar que o sistema *Omniclass* está contemplado na norma ABNT-NBR-ISO-12006-2 (2010), portanto, isso demonstra que o escritório também alinha suas práticas de trabalho às normas nacionais.

O escritório tem uma sistemática de verificação da informação dos elementos do modelo por meio do software Ideate Explorer. Também existem filtros por Worksets (estrutura de organização dos elementos do Revit) para verificação dos elementos de acordo com categorias. A validação do modelo antes das entregas para o cliente é feita pela sócia coordenadora, que o faz de forma constante.

O conceito de ND, nível da informação, não é utilizado pela empresa. A empresa utiliza a nomenclatura NED (nível de evolução e desenvolvimento), criada dentro do escritório, o que demonstra o quanto a empresa tem domínio sobre os contratos, quando propõe padrões internos para contratação.

É utilizada a classificação NED 100, 200 e 300, similar ao LOD, para identificar qual a quantidade de informação para cada elemento é necessária e determinar a confiabilidade das informações em cada etapa de projeto. O sócio entrevistado afirmou que “todos os elementos construídos” são em nível 300, isto é, os elementos construtivos definidos em projeto de Arquitetura são entregues em NED 300. Os “elementos construtivos” seriam paredes, pisos e, de acordo com os entrevistados, tudo aquilo que é “feito em obra”. Os elementos industrializados, como, por exemplo, escadas rolantes, recebem apenas as informações relevantes para o projeto de arquitetura.

Os entrevistados afirmaram que depois da implantação do BIM a equipe se tornou mais qualificada e as exigências para as novas contratações tem sido maiores. Não existem membros com dificuldade ou resistência ao BIM. Os novos membros da equipe não precisam conhecer o software de modelagem Revit, uma vez que a empresa desenvolveu sua metodologia de ensino deste software e dos seus conceitos. A equipe do escritório tem estrutura fluída, que varia de acordo com a demanda de cada projeto e as escolhas dos coordenadores, que controlam a produção.

É a sócia coordenadora quem faz o treinamento interno dos novos arquitetos, definido como passagem de conceitos, já que o treinamento relativo ao software ocorre na prática e no dia-a-dia. A equipe não passa por processos de treinamento constantes, o que acontece é uma troca de conhecimentos informal e espontânea e uma natural evolução dos profissionais da equipe. Por exemplo, no modelo não existem autorizações ou travas específicas para a equipe fazer a modelagem, já que a equipe é relativamente pequena e bem entrosada. Os sócios afirmam que a estabilidade da equipe é uma qualidade da empresa.

A formalização e documentação dos procedimentos internos acontece através de protocolos que, além de fazer parte do treinamento inicial de um novo membro da equipe, são constantemente atualizados, devidamente arquivados e de fácil acesso aos arquitetos da equipe. Os protocolos são:

- Procedimento para Codificação de Documentos e Nomenclatura de Arquivos e Diretórios
- Procedimento para Elaboração de Planos da Qualidade

- Procedimento para Controle de Documentos e Registros da Qualidade
- Procedimento para Coordenação de Projetos
- Procedimento para Verificação de Documentos
- Procedimento para Realização de Auditorias
- Procedimento para Controle de Produtos Não Conformes
- Procedimento para Ações Corretivas e Preventivas
- Procedimento para Elaboração de Propostas
- Procedimento para integração de disciplinas em CAD com disciplinas em BIM
- Procedimentos Administrativos – Recepção

4.5 Gestão em BIM

O escritório é procurado por utilizar o BIM, contudo, nem todos os clientes tem conhecimento na área ou estão preparados para fazer a contratação com os aspectos dessa metodologia. Em razão disso, os contratos apresentam informações sucintas sobre o BIM. Para auxiliar essa relação com o cliente leigo, são apresentados documentos como um glossário BIM, no qual, por exemplo, é explicada a nomenclatura NED (desenvolvida pelo escritório) e que identificam aspectos importantes da propriedade do modelo: quem é o proprietário (o cliente), o autor (o projetista) e o usuário (o construtor, por exemplo).

Uma das funções da líder do BIM, ou gerente BIM, é desenvolver a documentação específica referente aos aspectos do BIM e fazer o diálogo com o restante da equipe para identificar e homogeneizar os métodos de trabalho. A interação entre as equipes de projetos complementares é geralmente definida e orientada pelo escritório. Assim sendo, os principais documentos de gestão do BIM da empresa se dividem em três planos, desenvolvidos de comum acordo com os demais, após a etapa de contratação.

O primeiro deles, plano de execução BIM, é um documento no qual é proposto aos projetistas complementares e aos demais *stakeholders*, os processos de trabalho. São definidos, por exemplo, a periodicidade das reuniões, o nível de detalhe por entregável, os *softwares* a serem utilizados e suas versões. É fundamental para a interoperabilidade, mesmo que algum projetista complementar ainda trabalhe em sistema 2D (Autocad). Esse documento também é importante porque contém os cronogramas e fluxogramas de projeto.

O plano de execução BIM também define os limites do modelo BIM para cada equipe, principalmente para equipes com escopos muito semelhantes, como interiores e Arquitetura.

O segundo documento de gestão é o plano de nomeação dos arquivos, sendo um documento bem mais simples, porém importante. O documento é específico para definir como cada arquivo deve ser nomeado por meio de códigos, sílabas e números, garantindo que todos os projetistas consigam identificar os arquivos da mesma maneira.

O terceiro documento é o plano de interoperabilidade dos modelos, que estabelece a maneira como o modelo deve ser dividido, ou seja, como os projetos complementares devem compartimentar o edifício em modelos vinculados. O material é muito didático e tem como intenção orientar profissionais que nunca trabalharam dessa forma, dando ao escritório a garantia de que o mesmo tenha o controle sobre o processo. Esse material contém também as coordenadas do modelo e instruções para os complementares utilizarem a mesma referência, para que os modelos se sobreponham corretamente.

Para a elaboração desses documentos, a líder do BIM se baseia em normas da ABNT. Esses documentos são constantemente revisados ao longo do processo e evoluem para acompanhar as necessidades dos projetistas e garantir um histórico documentado de políticas de trabalho.

A sócia coordenadora é quem cuida das relações de compatibilização e atualização das informações durante o processo para não haver defasagem, garantindo que todas as disciplinas estejam equalizadas e atualizadas nas suas informações, o que a torna responsável pela qualidade do processo. O escritório não usa o padrão aberto IFC e somente o padrão RVT (padrão proprietário do software Revit), sendo certo que os projetistas parceiros se adaptaram a esse sistema de troca.

Foi afirmado que o melhor sistema de trabalho multidisciplinar encontrado é o de reuniões semanais presenciais, considerado fundamental. Funciona da seguinte maneira: todos os projetistas fazem o *upload* dos modelos para um repositório central de dados na sexta-feira; segunda-feira todos os projetistas baixam os modelos uns dos outros; segunda e terça-feira as análises e desenvolvimento do modelo são feitas para na quarta-feira haver uma reunião presencial para

apresentar problemas de concepção, *clash* e outros; a partir disso os modelos são revistos e colocados novamente em rede na sexta-feira seguinte.

Os relatórios de compatibilização e identificação de interferências são elaborados pelas coordenadoras, que utilizam o *software* Navisworks e retiram as imagens das interferências. Em seguida é elaborada uma tabela com fotos e comentários no programa Word, onde são apontados os problemas e propostas as soluções aos envolvidos. O relatório é entregue aos complementares em reunião, onde é comentado.

Esse método, ao nosso entender obsoleto, dadas as funcionalidades disponíveis na tecnologia BIM, parece bastante enraizado na empresa, contudo, a troca de dados, baseada em imagens fixas e em relatórios de texto é manual; não simultânea; sujeita a maiores retrabalhos; com maior probabilidade de ocorrência falhas; consumidora de tempo e não possibilita a comunicação entre os *softwares*, tanto os do mesmo fabricante quanto de fabricantes diferentes.

Seria mais ágil e dinâmico realizar as revisões através do padrão BCF (*BIM Collaboration Format*), pois esse é um formato interoperável, que permite a troca de comunicações, a rastreabilidade automática dos elementos do modelo BIM envolvidos nas interferências e que pode ser lido pela totalidade dos *softwares* de autoria existentes a partir de inúmeros *plugins* gratuitos ou de baixíssimo custo.

4.6 Previsibilidade na produção de projetos

Sobre a qualidade do processo, o escritório entende que não existe variação diante da padronização dos processos e que o resultado final é sempre aquele foi inicialmente esperado. Embora as melhorias de um projeto sempre sejam passadas ao próximo, a equipe afirma que não existem surpresas sobre o resultado, sendo certo que o processo é previsível.

Na observação dos processos de trabalho ficou claro que existe uma busca constante pela padronização, desde a utilização da nomenclatura *omniclass* até os documentos de gestão, decorrente da maturidade adquirida nos quinze anos de experiência no trabalho com o BIM o que leva, além da padronização, a previsibilidade dos produtos finais.

4.7 Autopercepções dos conceitos do BIM, expectativas de evolução e metas

A empresa não possui uma missão em BIM claramente definida, estando alguns conceitos subentendidos ou confundidos com os objetivos de carreiras pessoais dos sócios, que buscam contribuir para a inserção do BIM no mercado nacional.

O que a empresa afirma que sua missão é realizar bons projetos. Para os sócios, o BIM é uma metodologia para realização de um propósito, o projeto, e as qualidades em BIM de qualquer empresa não representam, necessariamente, a qualidade final do projeto. Portanto, a empresa procura fugir do esteriótipo “tecnológico” associado ao BIM e prefere associar sua imagem ao resultado final do seu trabalho, isto é, aos projetos.

4.8 Avaliação de acordo com o Método Succar

A seguir é feita uma adaptação da Matriz de Maturidade BIM, em tabelas gradativas com três escalas, para facilitar a visualização da avaliação feita. São as tabelas de 3 à 6.

Tabela 3 - Matriz de Maturidade em Tecnologia, Empresa A

MATRIZ DE MATURIDADE BIM – EMPRESA A					
CONJUNTO DE CAPACIDADES - TECNOLOGIA					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
software					37
hardware					38
rede			15		



verde
maturidade
atingida



amarelo
maturidade atingida
parcialmente



vermelho
maturidade não
atingida

Tabela 4 - Matriz de Maturidade em BIM, Processos, Empresa A

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA A					
CONJUNTO DE CAPACIDADES - PROCESSOS					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
recursos				25	
atividades e fluxo de trabalho					35
produtos e serviços					35
liderança e gerenciamento					35



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

Tabela 5 - Matriz de Maturidade em BIM, Políticas, Empresa A

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA A					
CONJUNTO DE CAPACIDADES - POLÍTICAS					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
preparatória			15		
regulatória				25	
contratual					35



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

Tabela 6 - Matriz de Maturidade em BIM, Estágios/Escalas, Empresa A

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA A					
CONJUNTO DE CAPACIDADES – ESTÁGIOS/ESCALAS					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
estágio 01					35
estágio 02				20	
estágio 03			15		
micro				30	
meso				30	



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

Justificando a pontuação e explicando ponto a ponto, é visto que:

- Item 1 – Software: aplicações, entregáveis e dados - foi considerado parcial o nível *Otimizado* porque o domínio dos *softwares* utilizados atualmente está em harmonia com o processo de projeto da empresa e com as estratégias da equipe, que domina a interoperabilidade da equipe multidisciplinar. Não são explorados meios de colaboração simultânea ou comunicação on-line através do modelo virtual. A empresa afirma que prefere o sistema de comunicação (entre equipes de projeto) através de relatórios por questões burocráticas. De acordo com o sócio fundador é preciso formalizar as alterações do modelo para parceiros e clientes. Os relatórios, além de bem aceitos e difundidos no setor, são eficientes no processo de documentação do trabalho, na rastreabilidade das alterações e na criação de evidências físicas do trabalho realizado (especialmente válidas para clientes). A empresa afirma que não sente necessidade de mudar esse padrão e que acha difícil o mercado brasileiro se adaptar a comunicação instantânea em BIM.
- Item 2 – Hardware: equipamento, entregáveis, localização e mobilidade - foi considerado parcial o nível *Otimizado*, pois, já existiram grandes investimentos em hardware na empresa que consolidou sua infraestrutura. Porém, dadas as situações pelas quais a empresa está passando no momento, como a diminuição da equipe e o desaceleramento do mercado, não estão sendo feitos novos investimentos na área.
- Item 3 – Rede: soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso – entende-se que a empresa está parcialmente no nível *Gerenciado*. Isso porque não realiza compartilhamento de dados em tempo real (possibilitado, por exemplo, pelo software *bimsync*¹) e as conexões feitas por banda larga têm trocas de dados semanais e não diárias.
- Item 4 – Recursos: Infraestrutura Física e de Conhecimento – Considerado parcialmente em nível de maturidade *Integrado*, pois, as estratégias de desempenho são desenvolvidas internamente, sendo que os parâmetros de qualidade e de desenvolvimento do processo de projeto não estão fundamentados, aparentemente, em manuais nacionais ou internacionais de referência.²

¹ www.bimsync.com

² Essa informação não foi possível de ser confirmada dadas as restrições da pesquisa

- Item 5- Atividades & Fluxo de trabalho: Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes. – Considerado parcialmente em nível *Otimizado*. Isso porque os objetivos da empresa em si não estão bem definidos, sendo mesclados com os objetivos pessoais de seus integrantes. Além disso, a atualização das competências está em um estágio avançado, mas, com evolução lenta, visto que também depende de fatores externos.
- Item 6- Produtos e Serviços: Especificação, diferenciação e P&D. Considerado parcialmente em nível *Otimizado*. Embora a empresa seja altamente reconhecida no mercado, seus produtos não passam por auditorias constantes. Melhor dizendo, os produtos entregues ajudam a criar padrões de mercado, contudo, não recebem avaliações e exigências de auditorias de processo externas. Além disso, não existe um histórico de erros e acertos devidamente catalogado, portanto, não existe uma formalidade de boas práticas internas.
- Item 7 – Liderança & Gerenciamento: Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação - Entende-se que a empresa está parcialmente no nível *Otimizado* já que a projetista e os demais *stakeholders* tendem a trabalhar com uma visão compartilhada de requisitos, processos e produtos. Contudo, conforme já mencionado no item anterior, não existem avaliações externas. A colaboração entre os agentes nem sempre é proativa. Desta forma, a reavaliação das estratégias da empresa pode ser prejudicada, uma vez que fica submetida aos critérios internos, notadamente dos sócios mais antigos.
- Item 8 – Preparatória: pesquisa, programas de treinamento educacional. - Considerado parcialmente em nível *Gerenciado*, pois, não existem políticas constantes de treinamento, sendo realizados treinamentos apenas aos novos funcionários.
- Item 9 – Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (benchmarks) – Classificado parcialmente como *Integrado*. Embora a empresa utilize aspectos muito importantes da regulatória, como nomenclaturas específicas, ainda existem alguns pontos de distanciamento das normas nacionais e, mais uma vez, não existem exigências externas para balizamento e troca de conhecimento BIM.
- Item 10 – Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos. – Vale ressaltar que não foram analisados os contratos para se constatar a presença de elementos normativos nacionais ou internacionais. Os padrões foram citados em entrevista. Dado isso, classificou-se a mesma em nível *Otimizado* parcial, já que foi relatado que os próprios sócios desenvolvem os modelos de contratos e, mesmo que nesses documentos sejam colocados

diversos aspectos BIM, não há adequação aos modelos externos de referência. Sobre sistemas contratuais mais colaborativos, como aqueles atrelados ao IPD³, a empresa afirma que esta é uma realidade muito longe do mercado nacional. A empresa acredita que existem questões específicas do mercado brasileiro, aspectos culturais enraizados, que determinam algumas situações dentro de um projeto como alocação de riscos e distribuição de ganhos. Logo, seriam necessárias adequações do IPD³ para o país e, portanto, é muito difícil que sejam vistos projetos em IPD³ nos próximos anos no Brasil.

- Item 11 – Estágio 1: Modelagem baseada em objetos: simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida. Classificado como parcialmente em nível Otimizado já que existe o domínio completo da modelagem, porém, não existem alvos de desempenho específicos.
- Item 12 – Estágio 02: multidisciplinar, intercâmbio acelerado de modelos – Considerado parcialmente em nível Integrado. É importante colocar que, durante a pesquisa, não foi possível avaliar a participação de agentes externos nos processos de trabalho, sendo colhidas apenas informações em entrevistas. Conforme relatado, existe uma participação ativa dos principais agentes durante todas as fases de projeto.
- Item 13 – Estágio 03 – Integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos, ND através das fases do ciclo de vida da edificação. – Foi classificado parcialmente em nível *Gerenciado*. Isso porque os modelos integrados não têm troca de dados com maior simultaneidade, sendo relatados ciclos de trocas de modelos semanais. Além disso, não existe a participação dos demais agentes envolvidos no gerenciamento do modelo integrado.
- Item 14 – Escala Micro – Organizações: Dinâmicas e entregáveis BIM – Entende-se que a empresa está em nível *Integrado*, não podendo ter classificação superior porque não alterna sua liderança continuamente.
- Item 15 – Escala Meso – Equipes de Projetos: múltiplas organizações, dinâmicas interorganizacionais e entregáveis em BIM - Considerado em nível *Integrado*, uma vez que a interoperabilidade é controlada pela projetista e pela maior parte dos parceiros envolvidos.

Seguindo com a metodologia de avaliação de Succar (2009), é feita a soma da pontuação dos itens na Tabela 07 de Índice de Maturidade.

Tabela 7 - Índice de Maturidade em BIM, Empresa A – adaptado de SANTOS (2016)

ÍNDICE DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA A						
Avaliação na Granularidade (nível 1)		inicial	definido	gerenciado	integrado	otimizado
		0	10	20	30	40
Tecnologia	Software					37
	Hardware					38
	Rede			15		
Processos	Recursos				25	
	Atividade e Fluxo de trabalho					35
	Produtos e Serviços					35
	Liderança e gerenciamento					35
Políticas	Preparatória			15		
	Regulatória				25	
	Contratual					35
Estágio 1	Modelagem					35
Estágio 2	Colaboração				20	
Estágio 3	Integração			15		
Escala	Micro				30	
Escala	Meso				30	
Subtotal				45	130	250
Total de pontos						425
Grau de Maturidade						28,33
Índice de Maturidade						70,83%

Tabela 8 - Graus de Maturidade em BIM, Empresa A – adaptado de SANTOS (2016)

GRAU DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA A			
	nível de maturidade	classificação textual	classificação numeral
A	Inicial	Baixa maturidade	0-19%
B	Definido	Média-baixa maturidade	20-39%
C	Gerenciado	Média maturidade	40-59%
D	Integrado	Média–alta maturidade	60-79%
E	Otimizado	Alta maturidade	80-100%

A acima, na Tabela 8, a empresa projetista foi considerada com Nível de Maturidade Médio/Alto. Para a comparação entre os Estudos de Caso, feita mais à frente desta pesquisa, será útil a identificação da pontuação total por Campos do BIM, isto é, a somatória dos pontos separadas de acordo com os três Campos, como mostra a Tabela 9.

Tabela 9 - Pontuação por Campos do BIM, Empresa A – da autora.

Tecnologia	Processos	Políticas
90	130	75

4.9 Considerações Finais

A empresa tem reconhecimento no mercado e se consolidou na sua área de atuação, sendo uma pioneira. Vemos também que as práticas do escritórios estão de acordo com as sugeridas nos guias da AsBEA. Contudo, foi observado que a empresa atingiu parcialmente o nível Otimizado várias vezes, sendo que a falta de padrões, auditorias externas e contribuições de parceiros projetistas foi um fator determinante para que o escritório não alcançasse totalmente este nível de maturidade.

Ela não recebeu avaliações e exigências externas (além do projeto da Petrobrás) porque não existiram Agentes do BIM no setor que demandassem isso dela. Assim, vemos que seria impossível para este escritório atingir esta classificação de maturidade.

Fica evidente então uma falha na utilização da Matriz de Maturidade. Essa empresa projetista claramente se classifica como um Campeã do mercado (ver item quatro do resumo bibliográfico). Este escritório é uma organização inovadora que cria referências de projeto. Ou seja, ao fim da avaliação deste estudo de caso, podemos concluir que o item Otimizado é inalcançável em alguns pontos graças ao Nível de Maturidade Macro em que o Brasil se encontra.

Sobre a evolução do BIM na empresa, foi relatado que a implementação do BIM é completa e que, por isso, não existe necessidade de um plano BIM a longo prazo, segundo o entendimento dos sócios. A empresa tem uma trajetória no BIM muito longa, marcada pela busca por aperfeiçoamento e seu atual reconhecimento no mercado é notório. No entanto, existem alguns pontos da utilização do BIM que podem ser melhor resolvidos.

Independentemente da situação do BIM na empresa, é importante a determinação de objetivos do BIM sendo necessário que eles estejam claros para todos os seus colaboradores e atrelados às políticas da empresa. A autoavaliação, autopercepção e determinação de metas são fundamentais para a evolução, conforme demonstrado por diversos autores comentados no resumo bibliográfico desta pesquisa.

A empresa realiza a verificação do modelo constantemente e essa atividade foi dada como eficiente, o que é um fator bastante positivo. Contudo, não ficou claro em entrevistas se esta verificação também é feita por clientes ou parceiros, o que seria interessante. Sobre o processo de compatibilização, também não ficou claro em entrevistas o quanto este está concentrado apenas aos coordenadores de arquitetura e qual a divisão de responsabilidades real sobre o fato. Além disso, também não foi possível aferir quais as práticas de terceiros de acesso à modelos federados ou centrais. Apesar dos processos realizados por esta empresa, é preciso realçar nesta pesquisa que, para que o processo de colaboração em BIM seja total, é necessário o compartilhamento de responsabilidades (seja da compatibilização geométrica ou seja da avaliação crítica) e construção coletiva do modelo.

Outro fator relevante desta empresa é que existe uma relação de dependência com a Autodesk, empresa de desenvolvimento de *softwares*, o que é totalmente compreensível pelo histórico comum das empresas. Embora não se possa aferir se existe preponderância de algum software no setor, o que foi observado é que a empresa projetista baseia suas relações de trocas de arquivos na idéia de soberania do software *Revit* no mercado e não precisou se envolver com maiores desafios da interoperabilidade, como a troca de arquivos no formato IFC ou outros. Isso pode ser prejudicial à ela na medida que aumenta sua margem de riscos e dependência de um único fornecedor.

O controle que ela tem sobre a interoperabilidade durante os projetos (exigindo o padrão RVT) vem, muitas vezes, da ausência de posicionamento contrário das demais partes envolvidas. Pode ser que isso seja causado por falta de conhecimento no assunto dos demais, fazendo com que outros Agentes do BIM se apoiem no conhecimento e práticas internas da empresa projetista de Arquitetura.

Embora isso não seja exatamente um “problema” é preciso entender que, em um futuro não muito distante, a empresa pode passar por novos desafios oriundos da própria melhoria e variabilidade do mercado. Podem aparecer novas exigências e clientes, novos objetivos para o modelo e novos parceiros, o que acarretaria em mudanças nos sistemas e protocolos atuais da empresa. Em um momento em que a evolução do BIM caminha para a diversificação dos seus usos e a multiplicidade de projetistas, é preciso ter flexibilidade para lidar com diversas situações e *softwares* que oferecem diferentes formatos e novos desafios.

5 Estudo de Caso 2

5.1 Apresentação e Caracterização da empresa

A empresa B foi fundada no ano de 1978 por dois sócios, contando, então com trinta e nove anos de existência. Ela já teve várias configurações, influenciadas por diferentes situações político-econômicas, variando o número de membros e a capacitação dos mesmos.

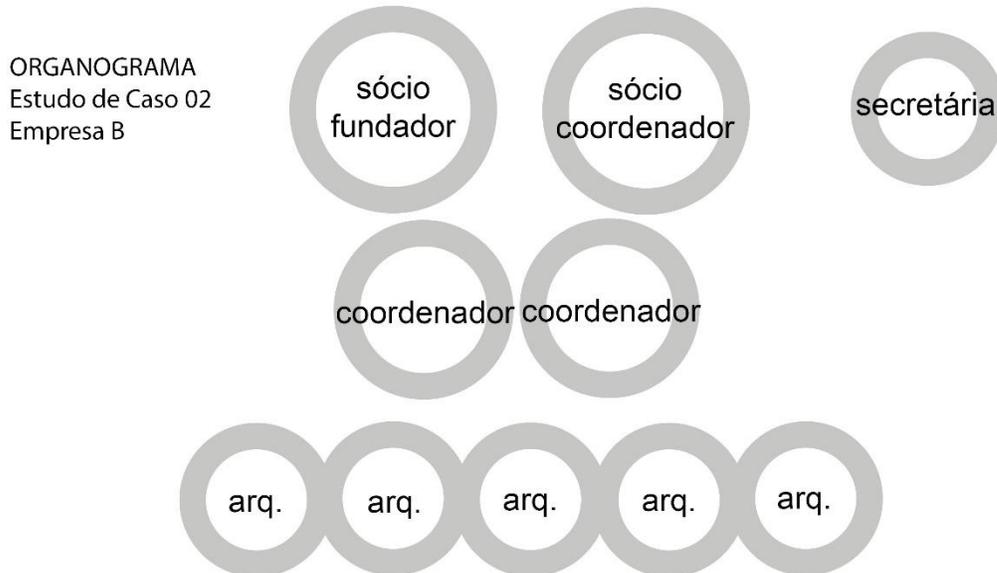
A empresa trabalhou durante muitos anos com a produção de projetos a partir de desenho à mão e sofreu a transição para o sistema computadorizado da produção de projetos no início dos anos de 1990, ou seja, cerca de doze anos após sua fundação. Os sócios fundadores não acompanharam muito bem essa mudança tecnológica, ficando algum tempo na coordenação de projetos sem utilizar as ferramentas de produção dos desenhos, software Autocad da Autodesk, até o seu desligamento da coordenação, ocasião em que passaram a atuar na visão estratégica da empresa e negociação de projetos, além de atuar em outras áreas do setor, como a área acadêmica, lecionando em universidades e, ainda, na área normativa, participando de órgãos do setor, como o CAU.

A coordenação foi assumida por antigos arquitetos da empresa, que cresceram dentro da equipe. Os atuais coordenadores estão na empresa desde o fim de 1995, ou seja, há vinte e dois anos. Eles passaram pelo processo de digitalização da produção dentro da empresa, quando exerciam os cargos de estagiários e arquiteto de produção. Sua transição para a coordenação foi natural e não teve data precisa, conforme relatado, e estão nesta função há pelo menos dez anos.

Apesar de já ter feito diversas tipologias de projeto dentro de sua história, a empresa se mantém a mais ou menos trinta anos com foco em projetos para o setor público, que sempre foi sua aspiração. Atualmente as tipologias mais realizadas são voltadas para a área de transporte e saúde, incluindo projetos de hospitais e aeroportos como suas principais *expertises*, além de terminais de transporte urbano e desenho urbano.

A configuração atual da empresa, figura 24, é de dez membros, sendo dois coordenadores, dois sócios, uma secretária e cinco arquitetos de produção, sendo que não existe diferenciação hierárquica entre estes arquitetos.

Figura 24 - Organograma empresa B – da autora



5.2 Transição para o BIM

O escritório começou a pesquisar e ter conhecimento sobre o BIM em 2012, ao participar de uma consulta de preço de projeto na qual se exigia o BIM. Além disso, a divulgação do projeto do prédio sede da Petrobrás do pré-sal em Santos, citado no estudo de caso anterior, também fomentou o interesse do escritório pelo tema. Assim, com poucos sinais e muita especulação sobre o tema, o escritório decidiu que o BIM seria um fator de competitividade no mercado de projetos e intuiu que em algum momento as licitações públicas passariam a exigir comprovação de competência em BIM.

Para se inteirar do assunto, os coordenadores passaram a frequentar palestras sobre o tema e a visitar escritórios que estavam com o BIM em processo de implementação. Os coordenadores perceberam que poderiam haver benefícios na produção interna com a adoção do BIM, como a melhoria da compatibilização das informações e a melhoria do procedimento de revisão.

Portanto, seu primeiro objetivo de fato foi implementar um *software* de modelagem, para ajudar os processos internos e começar a ganhar experiência no assunto. Não havia nenhuma busca pelos maiores conceitos do BIM durante essa etapa, nem previsão de mudança dos processos.

Não houve nenhuma consultoria para auxiliar a implementação do BIM, sendo certo que os próprios coordenadores fizeram avaliações das variáveis do investimento, como o tempo de *pay-back*. A única previsão que se tinha conhecimento, era sobre o aumento do tempo de produção com a adoção de um novo *software*.

Com a escolha do *software* Revit, da Autodesk, a ação seguinte foi a contratação de um treinamento para o mesmo: uma arquiteta com experiência na área para dar aulas em dois módulos de vinte horas para duas turmas. O primeiro *template* e os primeiros elementos de biblioteca foram comprados conjuntamente com o treinamento e não seguiam os padrões anteriores da empresa, ou seja, vinham de um padrão externo. O terceiro passo foi a melhoria do *hardware*, sendo que todos os computadores do escritório foram trocados, assim como o servidor e, conforme relatado, esse foi o maior investimento inicial.

O processo de implementação do BIM ainda é muito embrionário na empresa, que produz a maior parte dos seus projetos ainda em Autocad. Desde os primeiros passos de implementação até hoje, a empresa só realizou a modelagem do projeto de Arquitetura.

Não houve um projeto piloto. O primeiro projeto foi o de um hospital para um município do interior do Estado de São Paulo. Foi escolhido esse projeto por essa tipologia de edificação ser de muito conhecimento do escritório. Além disso, dado o grande porte da edificação, a mesma foi escolhida para tirar proveito da facilidade de revisão oferecida pelo software. As primeiras etapas desse projeto foram realizadas em 2D, em Autocad, e, para as últimas etapas, foi feita a modelagem em BIM.

Apesar das dificuldades do processo, a empresa afirmou que ficou satisfeita com o resultado, entregando arquivos nos formatos dwg e pdf, ou seja, nenhum entregável em BIM. Um fator importante foi que o projeto entregue foi até a etapa de projeto básico, na qual o detalhamento exigido não é tão grande.

O segundo projeto feito em BIM foi no ano de 2015: um outro hospital para um município do estado de São Paulo, com mais de 30.000m², até a etapa de Projeto Executivo. Nessa licitação não houve nenhuma exigência de uso do BIM, mas, foi acordado informalmente que os projetos seriam em BIM. Foi contratada uma empresa que centralizava todos os projetos complementares em BIM, exceto os de estrutura, e essa empresa projetista fazia também a compatibilização dos projetos das instalações. Posteriormente, a modelagem em BIM dos projetos complementares acabou não acontecendo.

Somente a Arquitetura fez a modelagem, incluindo a estrutura para garantir a compatibilização destas duas disciplinas, mas, não ficou responsável pela entrega do modelo específico da outra disciplina. Não foram definidos padrões de interoperabilidade e nenhum padrão BIM para os entregáveis, nem por parte dos contratantes e nem por parte dos contratados, ficando combinado informalmente que os modelos seriam entregues entre os projetistas. Provavelmente foi por falta de normativas e exigências que os projetistas complementares não cumpriram o acordo.

O mais irônico é que, apesar do edifício ter sido parcialmente modelado, foi exigido pela contratante a entrega das pranchas plotadas, incluindo uma impressão em papel vegetal (para realização de cópias heliográficas). Isso é obviamente uma faceta do caráter burocrático e arcaico das instituições públicas do Brasil, que usam sistemas muito antigos de documentarização de projetos.

Sobre a experiência em BIM da Empresa B, os entrevistados acreditam que a empresa evoluiu bastante em seus processos internos em BIM. Antes de iniciar o projeto foi contratado um arquiteto com experiência no uso do software, que disseminou conhecimento aos demais membros da equipe, sendo que todos os arquitetos de produção do escritório ficaram, em algum momento, envolvidos com esse projeto.

Foi possível melhorar as bibliotecas, as formas de representação e a qualidade da informação final. Os padrões de projeto foram sendo aproximados dos antigos padrões do escritório e, ao final desse projeto, o escritório possuía uma biblioteca e um *template* renovados.

O maior ganho foi a extração dos quantitativos que, embora trabalhosa, foi conseguida ao final do projeto. A maior dificuldade relatada nesse processo foi a associação das informações dos componentes, as propriedades das famílias do Revit, com as informações que precisavam aparecer nas tabelas de quantitativos.

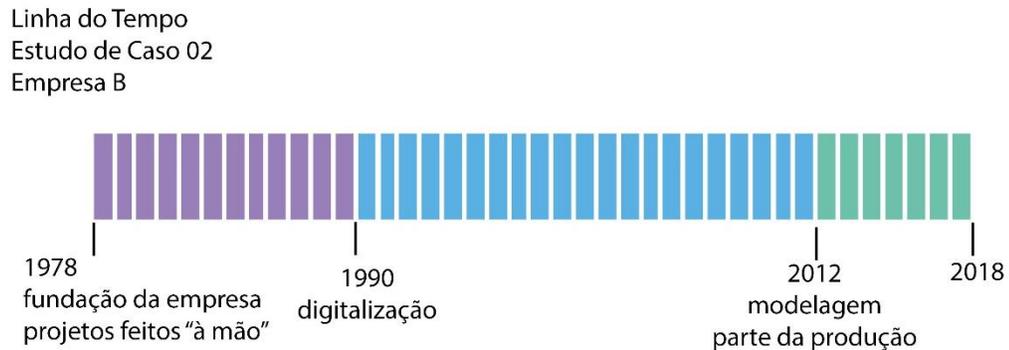
Desde esse projeto, a empresa vem tentando realizar novos projetos em BIM, chegando a modelar dois pequenos edifícios em 2016 dentro de um projeto para um aeroporto, sendo, um dos edifícios para área administrativa e outro para corpo de bombeiros. Eles foram entregues até a etapa do projeto básico.

Durante esses projetos em BIM o escritório pôde constatar que as habilidades em BIM mais desejadas são: trabalhar em projetos de larga escala; trabalhar em equipes multidisciplinares com interoperabilidade e garantir diversidade e complexidade dos seus entregáveis.

Por isso, a empresa vem tentando alavancar novos projetos em BIM e oferece o serviço de modelagem para novos clientes. A empresa apenas deixa claro que a diferença seria o aumento do tempo de produção, fator que faz os clientes desistirem da opção. A empresa, que se sente ainda um pouco insegura quanto à ferramenta de modelagem, afirma que seu tempo de produção é o dobro ou mais do que no processo convencional.

A dificuldade da empresa em perpetuar a utilização do BIM vem também pelo fato de ter realizando muitos projetos de desenho urbano no último ano, afirmando que a utilização do software é ainda mais complicada nesses casos. Membros da equipe chegam a dizer que é “impossível” a produção de projetos de urbanismo no Revit, principalmente pela dificuldade da modelagem de terrenos e entornos urbanos de grandes áreas. Essa colocação é verdadeira, uma vez que o software Revit é para a modelagem de edifícios, e ainda, podemos afirmar, que os *softwares* para o desenho urbanístico e infraestrutura ainda estão em fase inicial de desenvolvimento em BIM.

Assim sendo, a produção da empresa em BIM diminuiu nos últimos dois anos. Na Figura 25 vemos as mudanças do processo de trabalho da empresa ao longo dos anos.

Figura 25 - Linha do Tempo Empresa B

5.3 Organização da empresa, processos e gestão de pessoas

A empresa tem caráter familiar e a hierarquia entre os funcionários é informal, dado o tempo de permanência na equipe e o conhecimento técnico dos mesmos. A empresa não possui um líder em BIM e o treinamento em BIM da equipe não existe desde a sua implantação. A troca de conhecimentos e boas práticas acontece de maneira espontânea e informal. Não existem planos de treinamento de funcionários, caso existam novas contratações.

Foi relatado que alguns dos membros da equipe resistiram à metodologia BIM, principalmente os com mais tempo de profissão, sendo que os próprios coordenadores afirmaram que tem dificuldade com o Revit. O que foi dito é que: *"Quem já passou pelo processo de digitalização de projeto, da prancheta para o Autocad, tem muito mais dificuldade para passar por um novo processo de transição, do Autocad para o Revit."* Isso explicaria também, uma dificuldade de mudar os processos de trabalho que já estão bastante enraizados nos arquitetos da empresa.

O ambiente de trabalho se compõe de sala única que abriga a todos, o que proporciona diálogo, a resolução imediata de dúvidas, além de fomentar o trabalho colaborativo. O maior problema do escritório é que fica situado em uma casa antiga e sofre várias perdas de energia, o que já gerou problemas de perda de arquivos e, principalmente, perda de produtividade em épocas de curto prazo de entrega.

5.4 Tecnologia

Os softwares utilizados pela empresa são: Pacote Windows, Revit e Autocad da Autodesk, o Sketchup da Google e o pacote de *softwares* de *design* da Adobe System.

Sobre o Revit, a empresa afirma que começou com duas licenças e chegou a ter quatro licenças simultâneas durante o último projeto hospitalar, que foram feitas ou renovadas em planos anuais com a empresa Autodesk. Essas licenças expiraram e, como hoje a empresa não tem projetos em BIM, as mesmas não foram renovadas. Caso exista um novo projeto, a empresa se dispõe a comprar licenças conforme necessário.

Para começar a implantação do BIM, foram trocados todos os computadores, duas máquinas a cada três meses. A configuração dessas máquinas, que desde então não foram trocadas, é:

- Processador Intel® Core i7-7700
- Placa de Vídeo dedicada GeForce GTX 1060 3GB GDDR5 192 Bits
- Placa Mãe Intel® B150
- 2 pentes de 8GB DDR4 2133MHz para memória RAM
- Disco rígido de 1Terabyte
- Windows 10

A configuração do servidor é:

- Máquina DELL PowerEdge T110 II 3.1GHz E3-1220V2
- Processador Intel Xeon E3 V2 Family (próprio para servidor)
- Placa Mãe Intel C202
- Memória Ram 8GB DDR3-SDRAM
- 2x Hds de 2 Terabyte casa
- Windows Server

O escritório relata que possui sérios problemas de manutenção dos computadores e que não possui um prestador de serviço adequado para isso. São feitos *backups* regulares dos arquivos em discos externos e a empresa possui sistema de atualização diária em nuvem no Dropbox, da Dropbox Inc. Sobre a troca de arquivos, o escritório utiliza plataformas de envio fornecidas pelos clientes, como Construmanager e Autodoc.

Sabemos que esses repositórios são inadequados para armazenamento de modelos em BIM, uma vez que são meros *softwares* de FTP e se prestam apenas para o armazenamento de arquivos nos formatos pdf, dwg e outros que não sejam em BIM.

Pode-se observar que, embora haja grandes esforços para acompanhar o BIM, na área referente à tecnologia ainda poderiam ocorrer melhorias, principalmente, pela utilização de um único *software* em BIM, o de modelagem, sem haver outros softwares de gestão e compatibilização. Na parte de *hardware*, a empresa sofre com variações do sistema de energia e com a manutenção dos computadores, não tendo soluções a longo prazo para as questões.

Os coordenadores afirmaram não ter mudado seus processos de trabalho, que as decisões de projeto sempre foram feitas antecipadamente e que, por isso, não sentiram mudanças no processo depois da implementação do BIM.

Essa afirmação acontece provavelmente porque não foi sentida a real necessidade de mudança. Isso pode acontecer pelo fato da equipe só ter realizado a modelagem de Arquitetura, ou seja, nunca ter interagido em BIM com outros projetistas, e pelo fato da empresa não ter exercido uma série de atividades BIM, como a entrega do modelo em padrões normatizados ou no formato IFC.

O maior projeto em BIM já realizado pela empresa, por exemplo, foi feito em um único arquivo, o que dificultou o processo ao longo do caminho pelo fato do arquivo ficar muito “pesado” e ter muitas informações. Ou seja, poderiam ser estudados processos de MBS.

Igualmente, não existe uma metodologia de verificação precisa do modelo, seja de aspectos geométricos ou de aspectos da informação. Ou ainda, não são testados *plugins* para o Revit, que poderiam agilizar a produção, como a geração e padronização de folhas, tão pouco são estudados

outros *softwares* de gestão ou compatibilização. Isto é, existe uma lacuna de conhecimento que, provavelmente, não está sendo preenchida pela falta de expectativa em lidar com estas questões a curto prazo.

Um ponto de fragilidade do BIM na empresa, que talvez não seja percebido, é a falta de um líder em BIM que tome as decisões sobre a execução do modelo, decisões operacionais, e que ajude a desenvolver uma documentação específica sobre o assunto durante a contratação. Atualmente, as decisões sobre a execução do modelo são abertas, tomadas por qualquer um da equipe. Isso pode gerar divergências nas soluções de execução do modelo e não garante que a pessoa mais experiente no assunto tome decisões e se responsabilize por elas. Além do mais, a multiplicidade de projetos concomitantes que acontece no escritório impede que um dos membros fique focado no desenvolvimento do BIM da empresa, deixando a mesma em uma situação de estagnação.

Para dificultar, as formas de contratação da empresa (licitações públicas) fragmentam o processo de projeto por etapas: Estudo Preliminar, Básico e Executivo, o que vai contra a ideologia intrínseca do BIM de desenvolvimento constante e exponencial do modelo. O escritório afirma, por exemplo, que nunca utilizaria o BIM em novos projetos caso estes ficassem apenas na etapa de Estudo Preliminar. Portanto, a falta de metas ou de projetos atuais pode ter estacionado a demanda por melhorias do processo de trabalho que envolvam a modelagem.

Outro fator que dificulta a perpetuação do BIM na empresa é o alto custo das licenças dos *softwares* de BIM. Os coordenadores entendem que deveria haver mais movimentação por parte dos projetistas para tentar mudar o sistema de precificação das empresas de *software*.

5.5 Gestão em BIM

A gestão em BIM da empresa está em evolução. Os coordenadores relatam que gostariam muito de trabalhar com equipes multidisciplinares e com plataformas *on line*, com o sistema de gestão central de modelos de diferentes disciplinas. Os coordenadores têm também o conhecimento sobre aspectos como o LOD mas nunca utilizaram no escritório e nunca realizaram um contrato com esses parâmetros.

Os aspectos da gestão em BIM que já foram observados no escritório e que foram valorizados são a facilidade de revisão e a diminuição de retrabalho. A empresa também deu muito valor a extração de quantitativos e a fácil verificação e validação da informação dentro do modelo. Os aspectos de gestão que a empresa mais almeja são a compatibilização com diferentes disciplinas e gestão da produção de documentação (que não sejam as pranchas de projeto de Arquitetura).

5.6 Previsibilidade na produção de projetos

Dado a incipiência da produção em BIM da empresa, os projetos nunca têm resultado igual, existe sempre uma melhora de um projeto para o outro. Ou seja, quando a empresa começa um novo projeto, não se tem certeza sobre o resultado final, sabendo-se apenas que ele será melhor que o anterior em alguns aspectos.

Não existe um padrão de balizamento para os produtos do BIM, sendo que a referência são aos antigos projetos da empresa em 2D. Portanto, a busca de melhoria se concentra em padrões gráficos de representação, percepção da informação nos desenhos e qualidade de detalhamento colocado em pranchas.

5.7 Autopercepções dos conceitos do BIM, expectativas de evolução e metas

Desde o contato da empresa com o BIM, há cerca de seis anos, nunca houve cliente ou projetistas complementares que exigissem uma melhora dos processos da empresa. A iniciativa sempre foi interna e nunca houve um objetivo em BIM claramente definido.

As expectativas da empresa para a total implementação do BIM não são para curto prazo, trabalhando ainda com um sistema misto de produção. Hoje, a empresa visa aumentar paulatinamente seu conhecimento e produção em BIM com intenção de passar toda a produção para o BIM em um futuro distante. Não existem metas claras definidas.

5.8 Avaliação pelo Método Succar

A seguir é feita uma adaptação da Matriz de Maturidade BIM, em tabelas gradativas com três escalas, para facilitar a visualização da avaliação feitas nas tabelas 10 à 13.

Tabela 10 - Matriz de Maturidade em Tecnologia, Empresa B

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA B					
CONJUNTO DE CAPACIDADES – TECNOLOGIA					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
software		5			
hardware			12		
rede	0				



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

Tabela 11 - Matriz de Maturidade em BIM, Processos, Empresa B

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA B					
CONJUNTO DE CAPACIDADES – PROCESSOS					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
recursos		4			
atividades e fluxo de trabalho		10			
produtos e serviços	0				
liderança e gerenciamento		9			



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

Tabela 12 - Matriz de Maturidade em BIM, Políticas, Empresa B.

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA B					
CONJUNTO DE CAPACIDADES – POLÍTICAS					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
preparatória	0				
regulatória	0				
contratual	0				



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

Tabela 13 - Matriz de Maturidade em BIM, Estágios/Escalas, Empresa B.

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA B					
CONJUNTO DE CAPACIDADES – ESTÁGIOS/ESCALAS					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
estágio 01		5			
estágio 02	0				
estágio 03	0				
micro		3			
meso	0				



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

A seguir, a justificativa da pontuação ponto a ponto:

- Item 1 – Software: aplicações, entregáveis e dados - foi considerado parcial o nível *Definido* dado que o uso do *software* foi unificado na empresa, existe o objetivo de trabalhar com terceiros, porém não existe interoperabilidade por falta de parceiros em BIM.
- Item 2 – Hardware: equipamento, entregáveis, localização e mobilidade – a empresa está parcialmente no nível *Gerenciado*, pois, durante a implementação foi feita uma troca grande de máquinas para suportar a tecnologia, contudo, não existe previsão da expansão do trabalho em BIM o que acarretou na estagnação de novas melhorias.
- Item 3 – Rede: soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso – Considerado parcialmente em nível de maturidade *Definido*. Isso porque não existe compartilhamento de modelos em BIM com terceiros, embora a equipe interna identifique a necessidade de compartilhamento e faça esforços para desenvolver as habilidades de interoperabilidade.
- Item 4 – Recursos: Infraestrutura Física e de Conhecimento – Entende-se que a empresa está parcialmente em nível *Definido*, pois, o conhecimento é um ativo compartilhado e explícito, porém não é documentado.
- Item 5- Atividades & Fluxo de trabalho: Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes. – Classificado em nível *Definido*. Dado que cada projeto em BIM é planejado independentemente e a produtividade é imprevisível.

- Item 6- Produtos e Serviços: Especificação, diferenciação e P&D. Considerou-se que a empresa está em nível *Inicial*, já que não há previsibilidade sobre os entregáveis em BIM.
- Item 7 – Liderança & Gerenciamento: Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação - Entende-se que a empresa está parcialmente no nível *Definido*. Isso porque a implementação do BIM sofre por falta de detalhes, mas, o conjunto de profissionais da projetista já entende que a mudança é uma questão de processos tanto quanto de tecnologia.
- Item 8 – Preparatória: pesquisa, programas de treinamento educacional. – Classificado em nível *Inicial*. Houve apenas o treinamento inicial da equipe sobre o software de modelagem e não foram feitos mais treinamentos.
- Item 9 – Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (benchmarks) – Também considerado como *Inicial*, pois, a experiência em BIM é feita sem parâmetros específicos da área, ou seja, sem seguir normativas em BIM como nomenclaturas, conceitos como ND, protocolos de documentação, etc. Os padrões de qualidade são oriundos de critérios internos baseados na experiência da empresa.
- Item 10 – Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos. – Vale ressaltar que não foram analisados para se constatar a presença de elementos normativos nacionais ou internacionais. Os padrões de contrato foram citados em entrevista. Dado isso, classificou-se a mesma em nível *Inicial*, pois, a projetista relata que não desenvolveu modelos de contratos específicos para o BIM e que se adapta a modelos de contratos externos, nos quais dificilmente são incorporados padrões em BIM.
- Item 11 – Estágio 01: Modelagem baseada em objetos: simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida. Classificado como parcialmente em nível *Definido*. A empresa já produziu alguns projetos em BIM e já foram identificados requisitos de mudança de processo e políticas. Contudo, não existem estratégias e planos de ação nesse sentido.
- Item 12 – Estágio 02: multidisciplinar, intercâmbio acelerado de modelos – Considerado em nível *Inicial*, pois, as capacidades de colaboração internas da empresa são incompatíveis com seus parceiros de projeto.

- Item 13 – Estágio 03 – Integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos ND através das fases do ciclo de vida da edificação. Esse item não está em andamento na empresa e ainda existem muitos passos para chegar nesse estágio.
- Item 14 – Escala Micro – Organizações: Dinâmicas e entregáveis BIM – Se entende que a empresa está parcialmente em nível *Integrado*, pois, existem algumas lideranças BIM na empresa mesmo que não correspondam a papéis claros na equipe.
- Item 15 – Escala Meso – Equipes de Projetos: múltiplas organizações dinâmicas interorganizacionais e entregáveis em BIM - Considerado em nível *Inicial*, dado que não existe acordo entre as partes interessadas na colaboração em BIM.

Seguindo com a metodologia de avaliação de Succar (2009), é apresentado a seguir a soma da pontuação levantada na Tabela 14 de Índice de Maturidade em BIM.

Tabela 14 - Índice de Maturidade BIM, Empresa B – adaptado de SANTOS (2016)

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA B						
Avaliação na Granularidade		inicial	definido	gerenciado	integrado	otimizado
(nível 1)		0	10	20	30	40
Tecnologia	Software		5			
	Hardware			12		
	Rede	0				
Processos	Recursos		4			
	Atividades & Fluxo de trabalho		10			
	Produtos e Serviços	0				
	Liderança e Gerenciamento		9			
Políticas	Contratual	0				
	Regulatória	0				
	Preparatória	0				
Estágio 1	Modelagem		5			
Estágio 2	Colaboração	0				
Estágio 3	Integração	0				
Escala	Micro		3			
Escala	Meso	0				
Subtotal			36	12	0	0
Total de pontos						48
Grau de Maturidade						3,2
Índice de Maturidade						8%

Tabela 15 - Graus de Maturidade em BIM, Empresa B – adaptado de SANTOS (2016)

GRAU DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA B			
	Nível de Maturidade	Classificação textual	Classificação numeral
a	Inicial	Baixa maturidade	0-19%
b	Definido	Média-baixa maturidade	20-39%
c	Gerenciado	Média maturidade	40-59%
d	Integrado	Média–alta maturidade	60-79%
e	Otimizado	Alta maturidade	80-100%

Na tabela 15 acima, é possível observar que a empresa projetista foi considerada no Nível de Maturidade Inicial. Para a comparação entre os Estudos de Caso, feita mais à frente desta pesquisa, será útil a identificação da pontuação total por Campos do BIM, isto é, a somatória dos pontos separadas de acordo com os três Campos, como mostra a Tabela 16.

Tabela 16 - Pontuação por Campos do BIM, Empresa B – da autora.

Tecnologia	Processos	Políticas
17	23	0

5.9 Considerações Finais

A empresa projetista foi considerada como de Nível de Maturidade Inicial na maior parte dos itens da Matriz de Maturidade, fator que determinou sua pontuação final. Percebe-se que a empresa está ganhando o domínio da modelagem, mas, tem muitas barreiras para vencer para realizar um trabalho em BIM com equipes multidisciplinares e intercambialidade de dados.

Os coordenadores reconhecem que a empresa precisa evoluir sua maturidade em BIM e entende suas falhas, mas, também, argumentam que a adoção do BIM ainda é considerada uma ação pioneira no mercado e que a movimentação sobre o tema é muito maior do setor privado do

que do setor público. A observação está desatualizada, uma vez que a adoção do BIM em obras publicas vem crescendo gradativamente no Brasil.

A empresa está participando de congressos, principalmente na área hospitalar, para divulgar seu trabalho em BIM e seu último projeto, com a intenção de dividir com outros setores do mercado a sua experiência.

A iniciativa da empresa em acompanhar o avanço do mercado é perceptível, mesmo que ela tenha metodologias de produção em Pré-BIM muito enraizadas. Seu empreendedorismo é admirável, mas, falta um pouco conhecimento, além de suporte do restante do setor. A situação em BIM da empresa se dá pelo fato de ser muito mais fácil continuar na antiga metodologia de produção, em Autocad, por diversos fatores. Isso, aliado a falta de perspectiva do setor, pode prejudicar um futuro crescimento do BIM na empresa.

6 Estudo de Caso 3

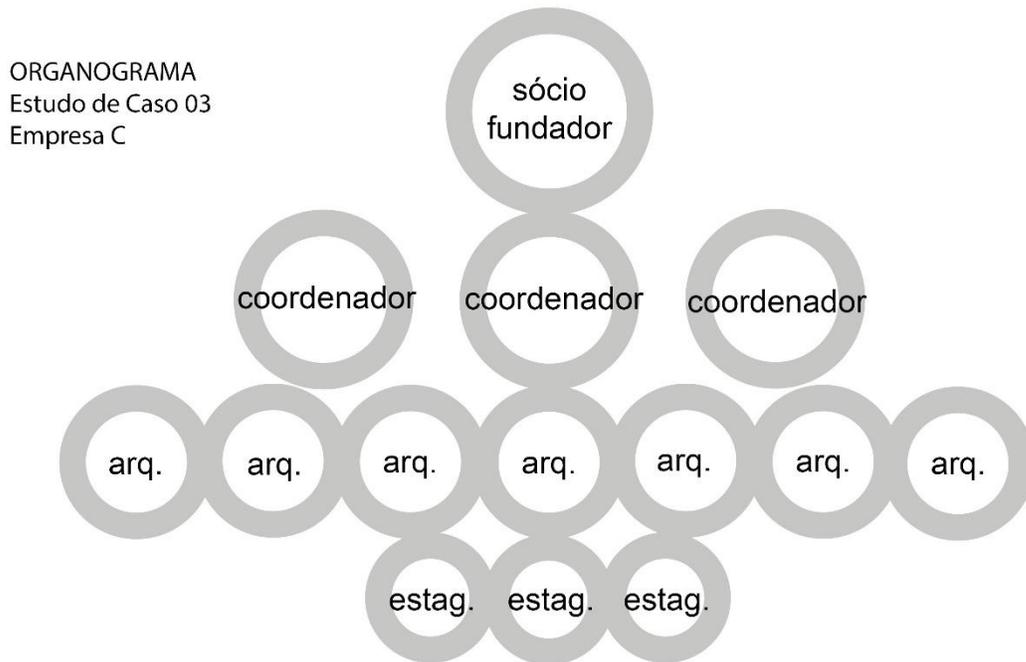
6.1 Apresentação da empresa

O escritório 3 foi fundado em 2001 pela fusão de dois outros escritórios e conta com dezesseis anos de existência. Ao longo dos anos, realizou tipologias muito variadas de projeto, que vão desde pequenas reformas para o setor residencial e comercial privado, até a participação em concursos e licitações públicas. Nesses casos, realizou projetos de habitação social, indústrias, projetos de edifícios escolares e institucionais, restauro e requalificação de edifícios com tombamento, centros culturais, ou seja, diferentes edifícios de programa de necessidade diferentes e extremamente complexos.

O escritório tem a prática de trabalhar em parceria com escritórios de Arquitetura e é reconhecido no mercado pelo ganho de vários concursos de projeto significativos para o setor. A captação de clientes vem da iniciativa em participar de concursos e licitações e também da divulgação em meios digitais e indicações de antigos clientes.

Atualmente a empresa é dirigida por um único sócio, que é arquiteto e possui mais doze membros, sendo ao total dez arquitetos e três estagiários e dentre eles, três coordenadores de projeto, como mostra a Figura 26. As funções administrativas são divididas entre os membros da equipe, que afirmam ter relações bastante horizontalizadas exercendo tarefas multidisciplinares. A empresa relata que o processo de trabalho ocorre de maneira coletiva e interdisciplinar, valorizando a cooperação entre as diversas áreas do conhecimento.

Figura 26 - Organograma Empresa C – da autora



6.2 Transição para o BIM

Parte dos membros da equipe já tinha alguma noção sobre o tema e algum conhecimento sobre o *software* Revit, sendo que os membros mais novos da equipe já tinham utilizado o *software* durante sua graduação.

O ponto de partida para a implantação do BIM aconteceu no ano de 2013, doze anos após a criação da empresa, ao ganhar o concurso para realizar o projeto de um edifício de lazer, mantido por uma entidade privada, com programa bastante extenso e grande área construída, o SESC Franca. O programa do edifício incluía um teatro para espetáculos diversos, piscinas e quadras esportivas com vestiários, restaurante, áreas de convívio e outros, somando 35.000m². O escritório trabalharia com um projetista de Arquitetura parceiro, cuja sede é no mesmo edifício onde fica o escritório em questão.

Durante o fechamento de contrato surgiu a ideia de realizar esse projeto em BIM, pelas facilidades de revisão e verificação da informação que a modelagem proporcionaria para um

projeto de grande complexidade. Não houve nenhuma consultoria em BIM para a tomada dessa decisão que deu início na implantação do conceito em ambos os escritórios.³

Foi então feito um aditivo de contrato desse projeto no qual ficou acertada a modelagem em BIM, sendo que os projetistas de Arquitetura também ficariam responsáveis por modelar as disciplinas complementares a ela. Isso se deu diante do fato do escritório parceiro contar com um arquiteto com experiência de modelagem, que inclusive já tinha trabalhado fora do país com o *software* Archicad, da empresa Graphisoft.

Logo, os escritórios decidiram por comprar algumas licenças do Archicad, decisão também baseada no preço do *software* que, conforme relatado, é mais barato que o concorrente Revit, da empresa Autodesk. Além disso, foi comentado que os escritórios fizeram uma pesquisa de mercado, consultando outros escritórios de projetistas que estavam utilizando o BIM, e acharam que o Archicad tem uma interface mais amigável e que sua curva de aprendizado é mais rápida.

O maior investimento inicial relatado foi em *software*, porque os computadores não foram trocados. O coordenador entrevistado afirmou que os computadores existentes suportariam o Archicad que, por exemplo, gera arquivos mais leves que o Revit. Então, foi feito um treinamento de trinta e seis horas no *software*.

Além do *software*, foi adquirido o servidor BIM da Graphisoft, com sistema de gestão de dados denominado *Teamwork*. Esse servidor permite que diferentes projetistas interajam com um modelo, mesmo que estejam em locais distantes, pois, o servidor pode fazer troca de dados via internet. Esse modelo de servidor, além de ser um sistema de armazenamento de arquivos centralizador, também permite o gerenciamento da equipe em tempo real. Ele possui uma ferramenta na qual se pode visualizar o que cada projetista está fazendo no momento e ainda se pode reservar certos elementos para um determinado projetista ou liberar os mesmos para que

³ A não adoção de uma consultoria específica na metodologia, demonstra certo amadorismo e “heroísmo”, pois tratar da implantação do BIM é um assunto bastante complexo e que exige o concurso de consultores especializados nos processos e na tecnologia do BIM. A forma empírica de lidar com o tema, a partir de “tentativa e erro” corrobora o aspecto de amadorismo e baixa percepção dos riscos envolvidos.

outras pessoas façam alterações. Essa ferramenta garante o controle sobre a execução e um histórico da modelagem.

O sistema funciona com a tecnologia *Delta Server*TM, que atualiza no servidor apenas as alterações recentemente executadas, sem enviar o modelo total, o que garante um menor fluxo de dados na rede e, portanto, maior agilidade. Isso foi fundamental para que os dois escritórios de Arquitetura envolvidos nesse projeto trabalhassem em conjunto, pois a troca de dados era feita pela internet de maneira instantânea.

O arquiteto que já tinha experiência em BIM se tornou o gerente do BIM para os dois escritórios. Ele ficou responsável por desenvolver o *template* e tomou as principais decisões operacionais sobre a modelagem. Mesmo assim, foi relatado pela equipe que a modelagem foi feita na base da “tentativa e erro” e que muita coisa teve que ser refeita ao longo do processo, o que deu a esse projeto o caráter de experimentação.

Durante a modelagem os projetistas receberam o suporte da escola que deu o treinamento e também da Graphisoft. A empresa chegou a fazer uma espécie de auditoria no modelo, para ajudar os projetistas e sugerir melhoras no seu processo de trabalho. O coordenador entrevistado comentou, por exemplo, que a empresa sugeriu a realização de modelos vinculados, o MBS, fato que o escritório não conhecia até então.

Sobre a biblioteca, foi usada como base a fornecida pelo *software*, configurada pouco a pouco com os parâmetros do projeto. Foram usados elementos genéricos e os dados específicos, como fabricantes e outras informações, foram identificados em seus parâmetros.

A empresa está hoje executando um projeto de reforma para um edifício institucional em BIM de porte bem menor que o primeiro projeto e vem mantendo os padrões alcançados na primeira experiência em BIM. A equipe em BIM deste novo projeto é diferente da equipe do projeto anterior, o que o escritório acha importante para difundir o conhecimento. Contudo, o escritório não passou sua produção totalmente para o BIM, mantendo boa parte da produção em Autocad. A Figura 27 ilustra a transição do BIM na empresa ao longo do tempo.

Figura 27 - Linha do Tempo Empresa B – da autora



6.3 Tecnologia

Os *softwares* utilizados pela empresa são: Pacote Windows, Autocad da Autodesk, Archicad e MEP da Graphisoft, Tekla BIMsight da Trimble, o Sketchup da Google e o Pacote de softwares de *design* da Adobe System.

O escritório possui quatro licenças do Archicad e só quatro máquinas do escritório o utilizam. Além disso, o escritório possui uma licença do MEP Modeler, também da Graphisoft, para a modelagem das instalações. As licenças têm caráter permanente. Os coordenadores comentaram que várias vezes sentiram a necessidade de mais licenças para melhorar a produtividade da equipe, principalmente do MEP, mas, que dado o custo da aquisição, preferiram não fazer esse investimento ainda.

Para gestão do modelo e checagem de *clashes*, a empresa utiliza o *software* gratuito Tekla BIMsight desenvolvido pela empresa Trimble. A empresa sugeriu aos clientes o uso do mesmo *software* para a verificação do modelo no formato IFC. Foi cogitada também a compra do software Solibri, mas, o alto custo do programa e a falta de domínio BIM para realizar verificações sofisticadas foram determinantes para deixar para outra oportunidade a aquisição de um *software* de gestão mais potente.

Sobre as máquinas, a empresa relata que a princípio as configurações pareciam suficientes para lidar com o modelo, mas, sentiram dificuldade ao longo do tempo, principalmente porque o arquivo ficou muito “pesado”, principalmente na modelagem das instalações. A equipe cogita trocar as máquinas.

No geral, as máquinas operam com Windows 10, processador i7 4770, 16Gb de RAM, placa de vídeo GTX 645. Para o servidor BIM, a empresa adquiriu HDs SSD, com maior velocidade para compartilhamento.

Para o compartilhamento de arquivos, são utilizadas plataformas *online* indicadas pelo cliente, por exemplo, no caso do SESC Franca foi indicada a plataforma Construmanager, ao nosso entender, inadequada para modelos BIM, conforme comentado anteriormente. Sobre o sistema interno de armazenamento, a empresa não possui sistema em nuvem, realizando *backups* periódicos.

6.4 Organização da empresa, processos e gestão de pessoas

Os entrevistados afirmam que, apesar de perceberem que haverá mudanças do antigo fluxo de trabalho para o novo fluxo em BIM, ainda não as inseriram efetivamente, por estarem muito habituados ao sistema antigo. A maior percepção foi a extensão das etapas iniciais de projeto, onde já são tomadas várias decisões.

Algumas dessas decisões comentadas pelo escritório são: encontros de elementos estruturais, como pilares e lajes ou pilares e vigas; projeto de guarda-corpo e corrimãos; e, principalmente, os caixilhos e o seu encontro com outros elementos construtivos e o projeto dos mesmos.

Sobre as decisões operacionais de modelagem, ficou esclarecido que em geral dois arquitetos mais experientes discutem a melhor maneira de fazer um elemento e repassam a orientação à pessoa que vai executar a ação. Já sobre a informação não geométrica dos elementos, não existe uma definição clara sobre os objetivos de sua utilização e tão pouco existe controle sobre a produção. Foi relatado que, na prática, se procurou colocar o “maior número” de informações possíveis a cada elemento, conforme memorial descritivo prévio. Logo, não existe um objetivo para esses dados, nem a organização dos mesmos, padronização ou normativa.

Como não trabalharam com outros projetistas modelando e o próprio escritório fez a modelagem em BIM dos complementares, as etapas de revisão continuam fragmentadas junto com as etapas de entregas. Isso ocorre da seguinte maneira: a Arquitetura recebe os projetos de

instalações e os modela. Em seguida, detecta os *clashes* e faz um relatório de interferências, o qual é encaminhado aos respectivos projetistas. Estes, por sua vez, fazem a revisão dos seus projetos e reencaminham para a Arquitetura os arquivos tipo pdf e dwg, cabendo àquela fazer as mudanças no modelo e verificar novos *clashes*.

Assim sendo, o processo está semelhante ao antigo e mais longo, pois existe uma etapa a mais de modelagem do projeto já realizado. Outro aspecto negativo é que a Arquitetura é a única que se responsabiliza por fazer a compatibilização, não havendo a distribuição dessa responsabilidade.

O único projetista que encaminhou o modelo em BIM à Arquitetura foi o projetista de estrutura, que fez a modelagem no software Revit, da Autodesk. A troca de arquivos foi no formato IFC, mas houve alguns problemas nessa troca, em razão da dificuldade encontrada na hora de fazer a exportação. O escritório relatou que alguns dos elementos vieram desconfigurados e que a Arquitetura teve que refazer alguns elementos dos modelos recebidos.

Outra questão que segura o avanço do processo de trabalho em BIM na empresa é o fato de haver exigências do cliente e do mesmo não verificar o modelo IFC. Os coordenadores acreditam que o cliente nunca “abriu” o modelo e que isso acontece pelo mito de que se deve possuir uma licença do *software* de modelagem. O escritório tentou desmistificar a questão apresentando *softwares* livres de visualização de modelos, mas, o cliente não se adaptou ainda a essa ideia.

Além disso, o escritório afirmou que não utiliza o BIM nas etapas de estudo preliminar e acredita ser mais fácil e rápido usar desenhos à mão, desenhos 2D (usando o *software* Autocad, da Autodesk) e modelos 3D simplificados (usando o software Sketchup, da Google). A agilidade de fazer modelos 3D simplificados é fundamental para fazer a renderização (imagens foto realísticas) para apresentações de propostas em concursos, prática constante do escritório.

Sobre as atividades dos funcionários, foi relatado que o convívio entre eles é muito próximo e que não existem momentos formais para troca de conhecimento. Além disso, apenas quatro arquitetos por vez podem trabalhar com o BIM, dado o número de licenças e, por isso, a troca de conhecimentos é muito direta.

O escritório afirma que agora tem uma política de busca por conhecimento no *software*, enviando uma pessoa de sua equipe para seminários e palestras promovidas pela Graphisoft e que os conhecimentos são repassados à equipe.

Sobre a organização da empresa, pode-se observar que não existem regras claras para procedimentos como a nomeação dos arquivos e que existe uma certa liberdade para organizar o fluxo de informações. Os membros são divididos em pequenas equipes responsáveis por um projeto específico.

6.5 Gestão em BIM

Nesse escritório a gestão em BIM também está em desenvolvimento. O primeiro ponto crítico é a falta de formalização de aspectos do BIM nos contratos. Sobre o projeto do edifício de lazer, o SESC Franca, o escritório afirma que o cliente possui um apoio jurídico muito forte e foi ele quem desenvolveu o contrato. Esse cliente não possuía conhecimento técnico em BIM e, por isso, só acrescentaram no contrato os entregáveis em BIM oferecidos pela projetista em sua proposta de serviço, que basicamente eram o modelo IFC, os relatórios de compatibilização e os quantitativos. O escritório, apesar de saber da existência de conceitos como o ND, nunca utilizou essa sofisticação em suas contratações.

Os relatórios de compatibilização são feitos de maneira manual, extraindo imagens do modelo e organizando um documento no software Word com as imagens, as descrições e sugestões de alterações. A equipe de projetistas acredita que os relatórios de compatibilização foram muito úteis e relatou que a periodicidade de entrega dos mesmos variou muito. Esse sistema está ainda relacionado a um processo de trabalho 2D, contudo, a empresa espera que o processo de compatibilização e a comunicação entre projetistas evolua ainda mais na medida em que todos utilizem o BIM.

Sobre a extração de quantitativos, o escritório afirma que a modelagem ajudou muito nesse processo, mas que a ação ainda não está bem resolvida. Isso acontece pela dificuldade em acrescentar informações aos elementos que podem ser extraídos nas tabelas de quantitativos. Essa

relação ainda é dificultosa e depende de um maior desenvolvimento da biblioteca do escritório. No projeto do edifício de lazer, alguns pontos precisaram ser contados manualmente.

Não existem documentos que definam a interoperabilidade em BIM entre os diferentes projetistas e não existem documentos internos de validação do modelo.

6.6 Previsibilidade na produção de projetos

A empresa tem um contato muito recente com o BIM, portanto, não existe previsibilidade na produção dos projetos, sendo que as habilidades em BIM do escritório ainda estão sendo construídas. Ela realizou apenas um projeto com essa metodologia, está com outro bem menor em andamento e tem a previsão de realizar um terceiro projeto em BIM, que corresponde a um edifício de lazer com o porte e programa de necessidades muito semelhante ao anterior.

O escritório ainda não tem certeza sobre os produtos em BIM que pode oferecer, fator também determinado pela falta de conhecimento sobre o tema por parte de seus clientes.

6.7 Autopercepções dos conceitos BIM, expectativas de evolução e metas

A empresa está bastante satisfeita com os ganhos alcançados até aqui, no entanto, entende que tem um longo caminho a percorrer e procura se orientar sobre o tema, aumentando sua *expertise* paulatinamente. Como experiência interessante de troca com outros setores do mercado, a empresa relata um episódio com um de seus clientes, uma fundação do governo do Estado de São Paulo voltada à educação, a FDE. O escritório já realizou diversos projetos de escolas para a FDE, ainda no sistema 2D, sendo que aquela sempre procurou padronizar os métodos construtivos de seus edifícios. A fundação é conhecida no mercado por fornecer catálogos com informações aos projetistas, como métodos construtivos e detalhes padrão.

A fundação teve iniciativa de criar um padrão em BIM para a realização de seus projetos, fornecendo inclusive uma biblioteca de BIM para isso. O episódio em questão ocorreu quando a fundação chamou alguns dos projetistas com quem já trabalhou para consultá-los sobre a aceitação do novo método de trabalho proposto, no qual a fundação fornecia a biblioteca em formato RFA e exigia modelos em formato RVT (do software Revit). O escritório relata que não se adaptaria a

esse sistema, isso porque o escritório utiliza o *software* Archicad e está tentando aumentar sua capacidade de interoperabilidade, contudo, não consegue entregar arquivos nos formatos Autodesk. O coordenador afirma que argumentou com a fundação sobre a necessidade de um padrão aberto de trocas de arquivos, como o formato IFC, e também afirmou ser fundamental participar de discussões do mercado sobre a evolução do BIM para contribuir com todo o sistema e também para a própria evolução do escritório. Comentamos que o fato do FDE, um órgão público, ter adotado um padrão proprietário, ao invés de um padrão aberto, acaba por gerar uma reserva de mercado para os usuários dos softwares da Autodesk e se constitui em uma barreira para os projetistas que tem sua base tecnológica já instalada, e, portanto, com investimentos já realizados em outras plataformas.⁴

Além disso, a empresa projetista de Arquitetura procura difundir o BIM para projetistas parceiros, como os projetistas complementares. Os arquitetos mostram abertamente seu método de trabalho para demais empresas e sugerem que elas se preparem para que, em próximos trabalhos, elas mesmas possam fazer suas modelagens.

6.8 Avaliação pelo Método Succar

A seguir uma adaptação da Matriz de Maturidade BIM em tabelas gradativas em três escalas, para facilitar a visualização da avaliação feita. São as tabelas 17 a 20.

⁴ Muito embora existam casos documentados de uso de padrões proprietários exigidos por órgãos públicos e aceitos pelo Tribunal de Contas da União (TCU), a questão não pode criar jurisprudência sobre o tema. Mais recentemente, o comitê estratégico BIM da Presidência da República, divulgou documento oficial com as diretrizes para a implantação do BIM no Brasil, onde é adotado o padrão aberto de interoperabilidade IFC. Essa decisão pode transformar decisões do passado, como esse exemplo do FDE, ao se exigirem padrões fechados para os órgãos públicos.

Tabela 17 – Matriz de Maturidade em Tecnologia, Empresa C

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA C					
CONJUNTO DE CAPACIDADES – TECNOLOGIA					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
software		10			
hardware	0				
rede		5			



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

Tabela 18 - Matriz de Maturidade em BIM, Processos, Empresa C - da autora

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA C					
CONJUNTO DE CAPACIDADES – PROCESSOS					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
recursos		5			
atividades e fluxo de trabalho	0				
produtos e serviços		5			
liderança e gerenciamento		10			



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

Tabela 19 – Matriz de Maturidade em BIM, Políticas, Empresa C – adaptação da autora

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA C					
CONJUNTO DE CAPACIDADES – POLÍTICAS					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
preparatória	0				
regulatória	0				
contratual		5			



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

Tabela 20 – Matriz de Maturidade em BIM, Estágios/Escalas, Empresa C - da autora

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA C					
CONJUNTO DE CAPACIDADES – ESTÁGIOS/ESCALAS					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
estágio 01		3			
estágio 02	0				
estágio 03	0				
micro		10			
meso	0				



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

A seguir, a justificativa da pontuação ponto a ponto:

- Item 1 – Software: aplicações, entregáveis e dados - foi considerado em nível *Definido*. Existe uma convicção da escolha do software de modelagem e a utilização de softwares complementares incluindo a modelagem de instalações e alguns aspectos de gestão.
- Item 2 – Hardware: equipamento, entregáveis, localização e mobilidade – Foi considerado em nível *Inicial*, pois, não foram feitos investimentos de *hardware* para suportar o BIM, fato que é constatado como uma necessidade iminente.
- Item 3 – Rede: soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso – Classificado parcialmente em nível de maturidade *Definido*. Existe o sistema de rede do *software* de modelagem que auxilia a divisão interna de trabalho e troca de dados, porém, essa troca não ocorre com os demais *stakeholders* dos projetos.
- Item 4 – Recursos: Infraestrutura Física e de Conhecimento – Se entende que a empresa está parcialmente em nível *Definido*, pois, o conhecimento é compartilhado informalmente, contudo, esse conhecimento não é regularmente difundido entre todos os arquitetos e não também não é documentado.
- Item 5- Atividades & Fluxo de trabalho: Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes. – Também classificado em nível *Inicial*. Dado que não existe uma unidade no planejamento de projetos em BIM, sendo que a produtividade é imprevisível.

Existe ainda a ideia de “heroísmo individual” para as soluções de problemas e a ideia de que o trabalho é fruto de “erros e acertos”.

- Item 6- Produtos e Serviços: Especificação, diferenciação e P&D. Se considerou que a empresa está parcialmente em nível *Definido*. Existem diretrizes para quebra do modelo, e preocupação na coerência comercial. Fora os desenhos 2D, a empresa tem como entregáveis tabelas de dados, como quantitativos e relatórios de compatibilização, que, com a melhoria do processo, estão sendo incorporados às estratégias da empresa.
- Item 7 – Liderança & Gerenciamento: Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação – Se entende que a empresa está no nível *Definido*. Isso porque a implementação do BIM sofre por falta de detalhes, mas, parte dos profissionais da empresa já entende que a mudança é uma questão de processos tanto quanto de tecnologia. A empresa assume a liderança na relação com parceiros e clientes, executando múltiplas funções e difundindo conhecimento.
- Item 8 – Preparatória: pesquisa, programas de treinamento educacional. – Classificado em nível *Inicial*. O treinamento do software de modelagem foi ministrado para parte da equipe envolvida com a implantação do BIM e não foram feitos mais treinamentos desde então.
- Item 9 – Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (benchmarks) – Também considerado como *Inicial*, pois, a experiência em BIM é feita sem parâmetros específicos da área, ou seja, sem seguir normativas do BIM como nomenclaturas, conceitos como ND, protocolos de documentação, etc. Os padrões de qualidade são oriundos de critérios internos baseados na experiência da própria empresa.
- Item 10 – Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos. – Vale ressaltar que não foram analisados os contratos para se constatar a presença de elementos normativos nacionais ou internacionais, sendo que os padrões de contrato foram citados em entrevista. Dado isso, o item foi considerado parcialmente em nível *Inicial*. A projetista relatou que se adaptou a modelos de clientes, contudo, fez propostas de alterações incluindo entregáveis em BIM nos acordos. Não foram incorporados aspectos de qualidade e exigências sobre os produtos do BIM, sendo que os clientes apenas formalizaram a proposta de trabalho oferecida pela própria projetista.

- Item 11 – Estágio 01: Modelagem baseada em objetos: simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida. Classificado parcialmente em nível *Definido*. A empresa produziu poucos projetos em BIM. Não existem estratégias e planos de ação para mudar processos e políticas.
- Item 12 – Estágio 02: multidisciplinar, intercâmbio acelerado de modelos – Considerado em nível *Inicial*, pois, as capacidades de colaboração internas da empresa são incompatíveis com parceiros de projeto.
- Item 13 – Estágio 03 – Integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos ND através das fases do ciclo de vida da edificação. Esse item não está em andamento na empresa e ainda existem muitos passos para chegar nesse estágio.
- Item 14 – Escala Micro – Organizações: Dinâmicas e entregáveis BIM – Se entende que a empresa está em nível *Integrado*, pois, existem algumas lideranças em BIM na empresa vinculadas aos papéis dos coordenadores de projeto.
- Item 15 – Escala Meso – Equipes de Projetos: múltiplas organizações dinâmicas interorganizacionais e entregáveis em BIM - Considerado em nível *Inicial*, dado que não existe acordo entre as partes interessadas na colaboração em BIM.

Seguindo com a metodologia de avaliação de Succar (2009), é apresentada a soma da pontuação levantada na Tabela 21 de Índice de Maturidade.

Tabela 21 - Índice de Maturidade em BIM, Empresa C – adaptado de SANTOS (2016)

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA C						
Avaliação na Granularidade (nível 1)		inicial	definido	gerenciado	integrado	otimizado
		0	10	20	30	40
Tecnologia	Software		10			
	Hardware	0				
	Rede		5			
Processos	Recursos		5			
	Atividades & Fluxo de trabalho	0				
	Produtos e Serviços		5			
	Liderança e Gerenciamento		10			
Políticas	Contratual		5			
	Regulatória	0				
	Preparatória	0				
Estágio 1	Modelagem		3			
Estágio 2	Colaboração	0				
Estágio 3	Integração	0				
Escala	Micro		10			
Escala	Meso	0				
Subtotal			53	0	0	0
Total de pontos						53
Grau de Maturidade						3,5
Índice de Maturidade						8,75%

Tabela 22 - Graus de Maturidade em BIM, Empresa C – adaptado de SANTOS (2016)

GRAU DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA C			
	Nível de Maturidade	Classificação textual	Classificação numeral
A	Inicial	Baixa maturidade	0-19%
B	Definido	Média-baixa maturidade	20-39%
C	Gerenciado	Média maturidade	40-59%
D	Integrado	Média–alta maturidade	60-79%
E	Otimizado	Alta maturidade	80-100%

Na Tabela 22 vemos que a empresa projetista foi considerada com Nível de Maturidade Inicial. Para a comparação entre os Estudos de Caso, feita mais à frente desta pesquisa, será útil a identificação da pontuação total por Campos do BIM, isto é, a somatória dos pontos separadas de acordo com os três Campos, como mostra a Tabela 23.

Tabela 23 – Pontuação por Campos do BIM, Empresa C – da autora.

Tecnologia	Processos	Políticas
17	23	0

6.9 Considerações Finais

A empresa produziu poucos projetos em BIM, o que se demonstrou insuficiente para mudar aspectos de processos de projetos já enraizados na empresa. Está se adaptando e conhecendo as ferramentas. Um dos limitadores seria o Campo da Tecnologia, como compra de computadores e licenças de *softwares*. Um dos fatores importantes é a consciência da equipe quanto às necessidades de interoperabilidade e atitudes de conscientização de parceiros e clientes.

Podemos afirmar que o escritório percebe o potencial do BIM e tenta se preparar para passar boa parte de sua produção para o novo conceito, ganhando conhecimento na área e ajudando a difundir o mesmo. Contudo, essa evolução não tem uma meta ou um plano definido, isto é, falta

uma estratégia mercadológica. Como já visto no estudo de caso anterior, o despreparo do mercado como um todo contribui para a lentidão da evolução em BIM, uma vez que a empresa enfrenta barreiras de processos de gestão de projetos e barreiras culturais.

Como o estudo de caso anterior, a empresa C não possui um objetivo em BIM claro e, portanto, suas tomadas de decisão são imediatistas. Não existe uma meta clara e o caminho tem sido, como eles mesmos disseram, “na tentativa e erro”. O que está subentendido é que a adoção do *software* e a melhoria BIM, dada a solução dos problemas paulatinamente encontrados, darão à empresa um crescimento satisfatório.

7 Estudo de Caso 4

7.1 Apresentação da empresa

O escritório 4 foi fundado em 1998 pela fusão de outras empresas. Atualmente as principais tipologias realizadas são as de transportes, incluindo a atuação no setor ferroviário, metroviário e aeroportuário. A multiplicidade de atuação do escritório, que se esforça para não se concentrar em única área, atinge hospitais e indústrias. Em 2015 finalizou seu primeiro projeto internacional, o Aeroporto de Nacala, em Moçambique.

O escritório também atua na área de projetos esportivos e participou, inclusive, com três projetos destinados à Copa do Mundo da Fifa (Campeonato Mundial de Futebol, realizado no Brasil em 2014), quais sejam: arena Itaipava, arena Pernambuco e Estádio Jornalista Mário Filho, mundialmente conhecido como Maracanã. Graças ao envolvimento do escritório com os projetos esportivos supracitados, a área de projetos para entretenimento de grandes públicos tem destaque na empresa, o que proporcionou a realização de trabalhos, na área, fora do país.

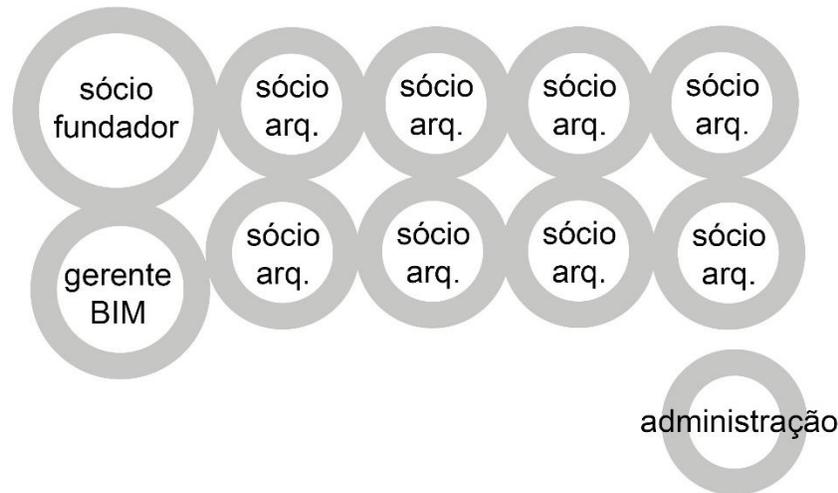
Sobre os clientes, o sócio entrevistado afirmou que são pouco procurados diretamente pelo cliente final, mas que muitas vezes são procurados por empresas parceiras, como empresas de engenharia, construtoras, órgãos públicos, etc. Por exemplo, empresas de engenharia os procuraram para participar de concorrências em consórcio.

No momento, a empresa conta com dez arquitetos, todos sócios da empresa, sendo uma estrutura horizontal de trabalho. Sobre a metodologia de trabalho, o escritório utiliza o SCRUM (metodologia formalizada por Ken Schwaber em 1995 para o desenvolvimento de *softwares*, hoje difundida como uma ferramenta de gestão de projetos). O SCRUM é uma dinâmica bastante colaborativa, onde os projetos possuem uma equipe de trabalho e com um líder definido, responsável pela tomada de decisões, definição de prioridades, etc. Na empresa em questão, os líderes variam a cada projeto, o que garante a variação da dinâmica da equipe entre diferentes projetos.

Somente o arquiteto mais antigo atua na área estratégica da empresa e nas contratações, logo, ele se destaca na equipe tendo uma certa hierarquia sobre os demais, seguido do gerente BIM, que toma as decisões estratégicas em BIM. A Figura 28 mostra a organização da empresa.

Figura 28 - Organograma Empresa D – da autora

ORGANOGRAMA
Estudo de Caso 04
Empresa D



7.2 Transição para o BIM

O sócio fundador da empresa teve seu primeiro contato com o BIM em 2004/2005 em convenções e seminários nos quais o tema foi discutido e, em um primeiro momento, passou a pesquisar quais softwares de modelagem poderiam ser utilizados, como o Vectorworks e Archicad.

Naquele momento, o atrativo buscado era a facilidade de criação dos entregáveis de projeto, geração das vistas, revisões, etc. Em 2007, a empresa comprou sua primeira versão do software Revit e não existia treinamento oficial da Autodesk. O fundador da empresa contou que a razão da escolha deste software foi a abordagem da Autodesk ser mais interessante naquele momento do que a abordagem dos seus concorrentes.

O escritório na época era bem menor, contava com quatro arquitetos, e tentou se fazer a adaptação ao *software* por cerca de dois anos, começando com um projeto piloto e seguindo com alguns projetos do escritório. O caráter da utilização do mesmo era experimental e a empresa não colocava toda a equipe para utilizar o Revit ao mesmo tempo.

Contudo, no ano de 2009, surgiram projetos de centros esportivos voltados para atender a Copa do Mundo Fifa, cuja complexidade era grande e representavam um novo desafio para o escritório, o que levou ao aumento da equipe de trabalho.

Naquele momento, um dos arquitetos do escritório desenvolveu um projeto que foi considerado um caso de sucesso, que era uma reforma de um hospital. Isso, aliado a renovação da equipe, fez com que fosse tomada a decisão de fazer a transição total para o BIM. O primeiro passo foi chamar um especialista para dar um treinamento do *software* para toda equipe, que durou duas semanas. Após o treinamento a transição foi radical, ou seja, o *software* Autocad foi retirado do escritório.

O sócio fundador afirma que, para essa tomada de decisão, não houve um planejamento específico e nem previsão de mudanças dos processos, definição de boas práticas e sequer tinham uma biblioteca. Eles estavam despreparados e 90% da equipe nunca havia utilizado o Revit.

O que foi relatado é que não ocorreu reação contrária dos funcionários a essa mudança, mas, num primeiro momento, a produtividade caiu muito. Era muito mais difícil chegar a uma qualidade final de produtos de projeto almejada. Na época da implantação, o escritório realizava o projeto de seis estações do metrô da Linha 6 (projeto básico) e havia problemas de qualidade da construção do modelo já que cada arquiteto construía o mesmo elemento de formas diferentes.

Além disso, o metrô, enquanto órgão público tem padrões específicos para entregas de seus projetos, como folhas, penas, padrões gráficos, etc. Essa adaptação foi muito difícil e foi dito que teria sido muito mais rápido e simples ter realizado esses projetos no *software* Autocad. Uma melhoria apresentada foi a variação das soluções de projeto, sendo que a equipe de projeto experimentou mais possibilidades para resolver uma questão e, além disso, eram soluções que não usariam antes em projetos realizados em 2D.

Como geralmente os prazos de entrega são muito curtos, as experimentações têm que ser rápidas e o BIM agilizou esse aspecto. Isso porque a fase conceitual gerou muito mais produtos e o BIM também permitiu mudanças radicais de projeto ao longo do processo. Portanto, embora a

utilização das ferramentas estivesse mais complicada, a qualidade final do edifício construído era melhor.

Sobre o investimento inicial, foi considerado alto, se comparado ao faturamento do escritório, contudo, conforme o volume de trabalho foi aumentando, o escritório conseguiu encontrar um equilíbrio com o custo do BIM. O escritório passou por um momento de grande crescimento após a implantação do BIM e houve bastante investimento na contratação de novos funcionários e na compra de novas máquinas.

Não houve template de balizamento, ele foi sendo constantemente construído e melhorado pela equipe ao longo do tempo, sendo revisado com certa frequência.

A biblioteca nunca foi organizada seguindo padrões específicos do escritório e muitas foram compradas. No início da utilização do BIM não havia muitas bibliotecas para serem compradas no mercado, mas, com o tempo apareceram mais. Um apêndice feito pelo entrevistado é que existem muitas bibliotecas para serem compradas fora do país e que um mesmo fabricante pode não ter uma biblioteca em BIM em seu site brasileiro, mas que em sites do mesmo fabricante de outros países são encontradas.

Embora as habilidades BIM internas da empresa tenham crescido com o passar do tempo, ainda há barreiras para utilização desse conceito no mercado nacional. A maior parte dos entregáveis são arquivos nos formatos dwg e pdf. Como projeto exemplo, o escritório cita o Museu do Amanhã, do famoso arquiteto Santiago Calatrava, que fica na cidade do Rio de Janeiro, que foi o único que pediu a entrega do modelo como um dos produtos finais.

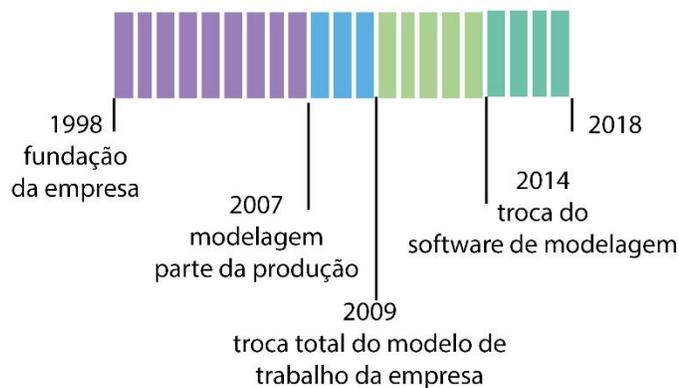
O escritório fez o projeto executivo do Museu do Amanhã e a modelagem dos projetos complementares não foi realizada pelos respectivos projetistas das disciplinas, fator que dificultou o processo. O escritório ainda treinou pessoas da construtora para que a mesma fizesse o planejamento de concretagem de parte da estrutura.

Atualmente o escritório não trabalha com outros projetistas usando o BIM, pois, segundo relatos, é muito difícil achar parceiros. Muitas vezes, os demais projetistas envolvidos são escolhidos pelo cliente ou por outra empresa, que não levam em consideração no ato da contratação

a utilização do BIM. Dentro dos entregáveis em BIM estão os quantitativos, gerados de maneira vinculada ao modelo. Os produtos que a empresa oferece são o modelo, renders, imagens, power points de apresentação do projeto, e outros. A Figura 29 aponta as mudanças na empresa ao longo do tempo.

Figura 29 – Linha do Tempo Empresa D – da autora

Linha do tempo
Estudo de Caso 04
Empresa D



7.3 Tecnologia

A empresa passou pela transição do principal *software* de modelagem, do Revit (da Autodesk) para o Archicad (da Graphisoft) há cerca de 4 anos. A decisão foi tomada por duas principais razões: menor custo das licenças e dinâmica de modelagem, já que o Archicad possui maior flexibilidade para execução dos elementos.

Alguns dos *softwares* atualmente utilizados pela empresa são: Archicad (Graphisoft); Rhinoceros (Robert McNeel & Associates) 3D e Tekla (Trimble) para conferências. Sobre o Archicad, a empresa possui doze licenças para dez arquitetos. Eles possuem a rede dedicada tipo *Teamwork*, como a Empresa C, para organizar o fluxo de trabalho interno.

Os computadores têm processador ICore I7 ou I6 com 24Gb de memória RAM e placa de vídeo dedicada de 1Gb ou 2 Gb. Um fator considerado relevante são os monitores, que devem tem tela grande ou, às vezes, dois monitores por arquiteto.

Sobre aquisição de novas máquinas, houve momentos de muitas aquisições, em momentos específicos de maior demanda, e momentos de redução de máquinas, em momentos de baixa demanda de trabalho.

Em um período de grande demanda de trabalho, o escritório já contou com quarenta arquitetos, contudo, atualmente, com a redução brusca desse número de profissionais, existem muitas máquinas paradas, o que representa um investimento sem uso.

Sobre o armazenamento de dados, a empresa possui protocolos de *backups* internos e na nuvem, sendo o último diário. A empresa já sofreu ameaças de *hackers* com o “roubo” de arquivos e pedido de resgate, contudo, o *backup* da nuvem evitou a repetição do problema.

7.4 Organização da empresa, processos e gestão de pessoas

A empresa possui um BIM líder, figura clara e definida que é responsável por atualização das versões, treinamento, *workshops* de boas práticas, suporte no desenvolvimento dos projetos, programação e projeto do modelo em seu estado inicial, entre outros. O líder, junto com o sócio fundador, avalia o desenvolvimento BIM durante o projeto, observa o que está funcionando, muda *templates*, organiza *layers*, bibliotecas, etc. Assim, o processo de trabalho é sempre revisto e se procura a melhora contínua.

Durante o projeto, a divisão do trabalho é dinâmica e ocorre conforme a metodologia SCRUM. A comunicação e organização do modelo ocorrem pela rede Team Work oferecida pelo Archicad.

7.5 Gestão em BIM

Com o uso do BIM, o escritório passou a rever o ciclo do projeto, deixando de lado a fórmula convencional de divisão por fases: estudo preliminar, básico e executivo. Na fase inicial, que seria a conceituação e o estudo de viabilidade, é preciso fazer as verificações com as questões legais,

controle de áreas, e outras verificações importantes. Além disso, é uma fase muito importante para o sucesso do processo de projeto, pois, determina a organização do modelo.

No passado, eram feitos diferentes modelos para cada fase, porém, os entrevistados disseram que atualmente conseguem manter o mesmo modelo. Isso acontece pelo desenvolvimento de um conhecimento de como colocar *grids* de estrutura, níveis, famílias, desde o primeiro momento de modelagem. Foram desenvolvidos critérios para criar o modelo desde o início e existe um *check-list* de decisões importantes que dizem respeito ao MBS.

A verificação do modelo antes da entrega é uma prática recente e é feita pelo gerente, com a utilização do *software* Tekla BIMsight, prática que ainda precisa de aprimoramento, conforme afirmado pelos entrevistados. A estratégia de quantos arquivos e quais os *links* entre eles, ou seja, a estratégia de construção do modelo é feita com muito cuidado logo no primeiro momento.

A propósito da verificação do modelo antes da entrega, os entrevistados afirmam que é uma prática recente e que estão utilizando o *software* Tekla BIMsight.

A empresa não segue uma prática normatizada para a colocação das informações não geométricas do modelo, por exemplo, um formato específico para gerar um padrão IFC. Os entrevistados afirmaram que dada a dificuldade do processo, com milhões de elementos inseridos no modelo, precisa de muito tempo e controle para organizar cada um deles. Sendo assim, quando não vão entregar o IFC, eles não se preocupam em configurar os elementos, eles apenas seguem com características pré-existentes do Archicad.

No geral, o controle da qualidade do processo de projeto em BIM é um conhecimento desenvolvido pela empresa ao longo dos anos e é uma resposta direta aos problemas já vivenciados dentro dos projetos realizados. A empresa nunca passou por auditorias BIM e seus parâmetros de controle e qualidade são parâmetros internos.

Os *stakeholders* dos projetos geralmente não estão preparados para lidar com procedimentos BIM. Assim sendo, a empresa afirma que, antes do fechamento do contrato, é preciso explicar aos clientes os produtos entregues e sugerir formas de interação entre a equipe multidisciplinar de projeto. É preciso mostrar para o cliente a complexidade entre os fluxos de

informação, como funciona cada etapa e qual a responsabilidade de cada um. Isto é, um dos papéis que a empresa assume, mesmo que de forma indireta, é o suporte na organização e planejamento.

Conceitos similares ao ND (Nível de Desenvolvimento) aparecem já no contrato, proposto pela projetista de Arquitetura. Sobre a aproximação da empresa com esse conceito, foi afirmado que a quebra da quantidade de informação no modelo durante as diferentes fases de entrega foi um ganho na estratégia de planejamento do trabalho. Os modelos eram muito detalhados nas primeiras etapas, o que era irrelevante. Com o passar do tempo, os arquitetos perceberam que poderiam equilibrar as horas de trabalho, ao se concentrar nas fases de detalhamento.

7.6 Previsibilidade na produção de projetos

No primeiro estágio da utilização BIM na empresa havia bastante variação do produto final entregue. Os projetos eram melhores ou piores de acordo com a equipe envolvida e se o cliente tinha padrões específicos para entrega. Não existia constância e geralmente não era possível utilizar no projeto atual as lições aprendidas nos projetos anteriores. Isso porque a maneira como o elemento é construído determina seu comportamento dentro do modelo. Isso porque dentro de uma equipe grande e sem controle de produção, os arquitetos modelavam o mesmo elemento de maneiras diferentes. Portanto, os modelos eram diferentes uns dos outros assim como o resultado final dos entregáveis, principalmente com relação à extração de quantitativos. Foi dito que: *“Cada projeto era uma missão, um desafio à parte”*.

A curva de aprendizado foi muito grande no começo, porém, quando se estabilizou, foi mais difícil continuar evoluindo. Com o passar do tempo, os problemas de compatibilização do projeto tenderam a sumir, contudo, surgiram novos problemas porque o BIM automatizou certas funções e, portanto, *“as pessoas começaram a parar de pensar”*. Dessa forma, foi visto que mais importante do que um bom *template* e uma boa biblioteca, eram as boas práticas de modelagem, para dar unidade nos modelos.

O conhecimento não era passado para outros projetistas e, na pressa, as soluções não eram necessariamente as melhores. Assim, a qualidade do modelo estava diretamente vinculada ao

controle de produção que foi bastante difícil de ser feito graças ao crescimento exponencial do escritório.

Por isso, um fator determinante para a evolução em BIM da empresa, foi a instalação de práticas internas de compartilhamento desse conhecimento e organização da modelagem. Hoje existe uma prática de pequenas reuniões semanais entre os membros da equipe, que é liderada pelo gerente do BIM, para compartilhar aprendizados e reafirmar algumas boas práticas. Essa rotina gerou um resultado bastante positivo para estabelecer padrões e manter uma igualdade da qualidade entre os diferentes modelos.

Além disso, a fase inicial de planejamento do modelo é de suma importância. O gerente do BIM e o sócio fundador são responsáveis por fazer a base do modelo, isto é, a colocação dos eixos e dos níveis, as coordenadas, quantos modelos estarão vinculados e o que vai conter em cada um, entre outras questões. Eles fazem a previsão do comportamento do modelo, a divisão de trabalho interna, a compatibilização com demais projetos, a extração de quantitativos e outros aspectos de gestão em BIM. O que foi dito é que atualmente esse primeiro planejamento do modelo tem sido feito com muito cuidado e de forma bastante eficaz e, com isso, tem-se melhor previsibilidade do produto final.

7.7 Autopercepções dos conceitos BIM, expectativas de evolução e metas

Podemos concluir que, mesmo a empresa estando bem preparada, não possui uma experiência em BIM completa dentro do mercado nacional. Isso porque não interagiu com demais projetistas em BIM, em equipes multidisciplinares, e também pelo fato da entrega do modelo em si ter sido realizada poucas vezes.

Atualmente a empresa tem projetos nos Emirados Árabes e Catar, de estádios e edifícios de uso misto, e comenta que os clientes são totalmente diferentes, que já sabem os produtos em BIM que querem e como o processo deve acontecer. Assim, os aspectos vêm do cliente, tais como o nível de detalhe, o padrão de troca de arquivos, quem vai gerenciar, quais os processos de aprovação, etc. A empresa relata que, para alguns clientes internacionais, precisou relatar seu processo de projeto, mostrando como era seu fluxograma, seus processos internos e que precisaram

inclusive enviar arquivos abertos como provas de seu trabalho. Contudo, 90% dos clientes nacionais não se preocupa com o BIM e que a realidade do mercado nacional está muito longe ainda da implementação do BIM no setor.

7.8 Avaliação pelo Método Succar

A seguir é feita uma adaptação da Matriz de Maturidade BIM em tabelas gradativas com três (3) escalas, para facilitar a visualização da avaliação feita. São as tabelas 24 à 27.

Tabela 24 – Matriz de Maturidade em Tecnologia, Empresa D

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA D					
CONJUNTO DE CAPACIDADES - TECNOLOGIA					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
software				25	
hardware					35
rede		9			



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

Tabela 25 - Matriz de Maturidade em BIM, Processos, Empresa

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA D					
CONJUNTO DE CAPACIDADES - PROCESSOS					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
recursos					40
atividades e fluxo de trabalho					40
produtos e serviços					35
liderança e gerenciamento			18		



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

Tabela 26 – Matriz de Maturidade em BIM, Políticas, Empresa D - da autora

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA D					
CONJUNTO DE CAPACIDADES - POLÍTICAS					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
preparatória					40
regulatória				25	
contratual			15		



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

Tabela 27 – Matriz de Maturidade em BIM, Estágios/Escalas, Empresa D –da autora.

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA D					
CONJUNTO DE CAPACIDADES – ESTÁGIOS/ESCALAS					
áreas chave de maturidade	a INICIAL (pts.0)	b DEFINIDO (até 10 pts.)	c GERENCIADO (até 20 pts.)	d INTEGRADO (até 30 pts.)	e OTIMIZADO (até 40 pts.)
estágio 01					40
estágio 02		9			
estágio 03	0				
micro					40
meso	0				



verde
maturidade atingida



amarelo
maturidade atingida parcialmente



vermelho
maturidade não atingida

A seguir, a justificativa das pontuações para os itens avaliados:

- Item 1 – Software: aplicações, entregáveis e dados - foi considerado parcial o nível *Integrado* porque o domínio dos *softwares* utilizados atualmente está em harmonia com o processo de projeto da empresa, processos de negócios e com as estratégias da equipe. São continuamente explorados novos *softwares* que podem trazer habilidades mais sofisticadas. São utilizados dados de interoperabilidade, mesmo que esta não ocorra formalmente.
- Item 2 – Hardware: equipamento, entregáveis, localização e mobilidade - foi considerado parcial o nível *Otimizado*, pois, já existiram grandes investimentos em hardware na empresa que consolidou sua infraestrutura. Porém, dadas às situações pelas quais a empresa está

passando, como a diminuição da equipe e o desaceleramento do mercado, não estão sendo feitos novos investimentos na área.

- Item 3 – Rede: soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso – Se entende que a empresa está parcialmente no nível *Definido*. Embora a empresa tenha bastante conhecimento do Campo da tecnologia, não foram realizados projetos em BIM multidisciplinares, os quais exigissem sistemas de trocas de modelos em BIM. Isto é, não existem sistemas de compartilhamento em BIM entre organizações.
- Item 4 – Recursos: Infraestrutura Física e de Conhecimento – Considerado em nível *Otimizado*, graças a incorporação da metodologia SCRUM e a política de treinamento interno baseado em reuniões semanais de “boas práticas”, que documentam o conhecimento levantado pelos arquitetos de toda a equipe.
- Item 5- Atividades & Fluxo de trabalho: Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes. – Considerado em nível *Otimizado*. Isso porque os objetivos de competência da empresa estão bem definidos e são continuamente revisados, valorizando o capital intelectual e as necessidades dos processos.
- Item 6- Produtos e Serviços: Especificação, diferenciação e P&D. Considerado parcialmente em nível *Otimizado*. Embora a empresa seja altamente reconhecida no mercado, seus produtos nunca passam por auditorias e avaliações formais dentro do mercado nacional. Melhor dizendo, os produtos recebem avaliações e exigências externas apenas quando realizados em mercados internacionais. Assim, podem existir inconsistências da utilização de normativas nacionais e padrões específicos do nosso mercado.
- Item 7 – Liderança & Gerenciamento: Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação – Se entende que a empresa está parcialmente no nível *Gerenciado* já que a visão em BIM da empresa não é compartilhada pela maioria dos colaboradores. Vale ressaltar que no quesito “gerenciamento” existem pontos para melhorias. A empresa ainda não possui práticas de verificação do modelo e a gestão da informação não geométrica dos objetos ainda não é uma preocupação constante durante a modelagem e validação do modelo.
- Item 8 – Preparatória: pesquisa, programas de treinamento educacional. - Considerado em nível *Otimizado*, graças à incorporação da metodologia SCRUM e à política de treinamento

interno baseado em reuniões semanais de “boas práticas”. Vale ressaltar que a empresa já passou por treinamento de dois *softwares* de modelagem e o sócio fundador e o gerente do BIM têm papel de liderança na disseminação de conhecimento.

- Item 9 – Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (*benchmarks*) – Foi considerado que a empresa está parcialmente em nível *Integrado*. É importante ressaltar que os padrões de qualidade são um ponto delicado, pois, ainda faltam referências no mercado nacional. Nesse sentido, a empresa não tem práticas constantes de organizar as informações não geométricas dos objetos de acordo com padrões de nomenclatura padronizados. Dessa forma, ainda é preciso afinar os aspectos de regulamentação da informação dentro do modelo.
- Item 10 – Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos. – Vale ressaltar que não foram analisados os contratos para se constatar a presença de elementos normativos nacionais ou internacionais. Os padrões foram citados em entrevista. Dado isso, se classificou a mesma em nível *Gerenciado* parcial, já que a empresa precisa se adaptar a modelos de contratos externos, nacionais e internacionais, nos quais podem ou não, ser incorporados padrões em BIM. A maior parte dos contratos nacionais não incorporam aspectos do BIM com profundidade, limitando as relações de propriedade, responsabilidade e outros.
- Item 11 – Estágio 01: Modelagem baseada em objetos: simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida. Classificado como *otimizado*, pois, existe o domínio completo da modelagem, sendo que tecnologias, políticas e processos passam por constantes revisões.
- Item 12 – Estágio 02: multidisciplinar, intercâmbio acelerado de modelos – Considerado parcialmente em nível *Definido*. Conforme relatado, não existe colaboração em BIM entre diferentes organizações.
- Item 13 – Estágio 03 – Integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos ND através das fases do ciclo de vida da edificação. – Esse item não está em andamento na empresa e ainda existem muitos passos para chegar nesse estágio.
- Item 14 – Escala Micro – Organizações: Dinâmicas e entregáveis BIM – Se entende que a empresa está parcialmente em nível *Otimizado*, graças a adoção da metodologia SCRUM.

- Item 15 –Escala Meso – Equipes de Projetos: múltiplas organizações, dinâmicas interorganizacionais e entregáveis em BIM - Considerado em nível *Inicial*, uma vez que não existe colaboração em BIM com demais agentes.

Seguindo com a metodologia de avaliação de Succar (2009d), temos a soma da pontuação levantada na Tabela 28 de Índice de Maturidade.

Tabela 28 - Índice de Maturidade em BIM, Empresa D – adaptado de SANTOS (2016).

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA D						
Avaliação na Granularidade (nível 1)		inicial	definido	gerenciado	integrado	otimizado
		0	10	20	30	40
Tecnologia	Software				25	
	Hardware					35
	Rede		9			
Processos	Recursos				25	
	Atividade e Fluxo de trabalho					40
	Produtos e Serviços					35
	Liderança e gerenciamento			18		
Políticas	Preparatória					40
	Regulatória				25	
	Contratual			15		
Estágio 1	Modelagem					40
Estágio 2	Colaboração		9			
Estágio 3	Integração	0				
Escala	Micro					40
Escala	Meso	0				
Subtotal		0	18	33	75	230
Total de pontos						356
Grau de Maturidade						23,73
Índice de Maturidade						59,33%

Tabela 29 – Graus de Maturidade em BIM, Empresa B – adaptado de SANTOS (2016).

GRAU DE MATURIDADE EM BIM – EMPRESA D			
	Nível de Maturidade	Classificação textual	Classificação numeral
A	Inicial	Baixa maturidade	0-19%
B	Definido	Média-baixa maturidade	20-39%
C	Gerenciado	Média maturidade	40-59%
D	Integrado	Média–alta maturidade	60-79%
E	Otimizado	Alta maturidade	80-100%

Na Tabela 29 acima, é visto que a empresa projetista foi considerada com Nível de Maturidade Médio. Para a comparação entre os Estudos de Caso, feita mais à frente desta pesquisa, será útil a identificação da pontuação total por Campos do Bim, isto é, a somatória dos pontos separadas de acordo com os três Campos, como mostra a Tabela 30:

Tabela 30 – Pontuação por Campos BIM, Empresa D – da autora

Tecnologia	Processos	Políticas
69	118	80

7.9 Considerações Finais

Essa foi a empresa com maior variabilidade de pontuação, atingindo nível *Otimizado* em alguns pontos e *Inicial* em outros. Essa variabilidade aconteceu graças à falta de colaboração em BIM com parceiros, ou seja, a falta de participação em projetos multidisciplinares em BIM, o que barrou a maior pontuação da empresa.

Nessa perspectiva, é possível observar uma dicotomia, pois, a empresa está preparada para lidar com situações mais complexas das que as propostas pelo mercado. Ela possui bom suporte tecnológico, práticas de melhorias do processo de projeto e de políticas. Entretanto, faltam

projetistas complementares em BIM, clientes e outros *stakeholders* envolvidos, como gerenciadoras e construtoras, que possam articular com a empresa no âmbito nacional e alavancar seu desenvolvimento na área. O grande avanço da empresa pode estar atribuído a sua colocação no mercado internacional, mais preparado para lidar com o BIM e, portanto, mais exigente.

Percebe-se que a empresa tem um longo caminho dentro do BIM, cerca de dez anos e com isso já atingiu uma boa experiência. Um fator de destaque foi a troca do software de modelagem, do Revit para o Archicad, o que a obrigou a rever sua relação BIM com o resto do mercado e se adaptar a novos parâmetros de interoperabilidade.

Um aspecto importante seria a verificação regular do modelo. Embora a empresa estar no Estágio 1, dentro da metodologia Succar, não significa que a empresa não precise gerenciar o modelo iternamente, com verificações em softwares específicos e protocolos de trabalho, principalmente verificação da informação não geométrica. Isso é um aspecto que poderia ser melhorado.

Sobre a classificação de Maturidade, vemos que o “baixo” nível alcançado não ocorreu por falta de ações pioneiras ou por falta de empenho da equipe. A Matriz de Maturidade talvez não represente uma classificação real da empresa, que tem sua evolução parcialmente bloqueada por fatores externos inerentes ao nível de Maturidade Macro do Brasil.

8 Comparativo entre os Estudos de Caso

Embora a configuração dos escritórios seja semelhante (tamanho das empresas, tipologias de projeto, etc.), eles apresentam contextos e trajetórias bastante distintas. Dos quatro estudos de caso, dois deles obtiveram Índice de Maturidade Inicial, um deles Índice Médio e um Médio-Alto. Os que obtiveram menor maturidade têm menos tempo de uso do BIM e este ainda é considerado um fator de inovação dentro da empresa. Para as outras duas empresas a situação é bem diferente, pois, ambas aboliram formas de trabalho pré-BIM baseados em desenhos 2D (a partir do software Autocad). Portanto, as empresas serão comparadas duas a duas.

Na comparação duas a duas é possível identificar mais pontualmente as distinções entre elas, identificando posturas internas e situações externas às empresas, que direcionam seu caminho em BIM. A comparação discrimina com mais clareza as diferenças de pontuação, separando-as por Campos e Estágios. Percebe-se que a análise foi importante para dissecar as qualidades das empresas, assim como para detectar pontos nos quais se deve fazer mais investimentos e esforços de melhoria.

De acordo com as diferenças e semelhanças encontradas entre duas empresas com Índice de Maturidade Inicial, foi feita a Tabela 31, que inclui pontos relevantes de suas trajetórias e as conclusões da avaliação do Método Succar.

Tabela 31 - Comparativo Estudo de Caso 02 (Empresa B) e Estudo de Caso 03 (Empresa C) – da autora

Comparação	
Estudo de Caso 02 Empresa B	Estudo de Caso 03 Empresa C
Projeta e modela a disciplina de Arquitetura	Projeta e modela a disciplina de Arquitetura
Extraí quantitativos a partir do modelo	Extraí quantitativos a partir do modelo
Não participou de projetos BIM colaborativos	Não participou de projetos BIM colaborativos
Ainda não realiza a gestão do Modelo de maneira sofisticada, com verificações de informação.	Ainda não realiza a gestão do Modelo de maneira sofisticada, com verificações de informação.
Não utiliza padrões normativos	Não utiliza padrões normativos

Utiliza um único Software BIM para modelagem de Arquitetura	Utiliza o software de modelagem de Arquitetura, o de instalações e de gerenciamento do modelo (com uso parcial de suas possibilidades).
Já realizou diferentes projetos em BIM	Faz a modelagem de outros projetos como serviço paralelo
Tem um projeto marco, que se estabeleceu como padrão interno de qualidade.	Faz a compatibilização de projetos através da modelagem
Passa por uma estagnação da utilização do BIM	Realizou seu primeiro projeto BIM com caráter "heroico"
Toda a equipe já passou pela prática de Modelagem e se envolveu no desenvolvimento do modelo. O conhecimento foi difundido entre todas as partes.	Um pequeno grupo desenvolve trabalhos em BIM. Não houve rotatividade da equipe e a prática não foi difundida por completo.
Fez um investimento em hardware para suportar o BIM	Não fez um investimento em hardware para suportar o BIM
	Está realizando novos projetos em BIM
	Quando vê a oportunidade, tem a política de educar projetistas parceiros e clientes.
	Recebe orientações e está em contato com desenvolvedores de softwares
Pontuação para Tecnologia: 17	Pontuação para Tecnologia: 15
Pontuação para Processo: 23	Pontuação para Processo: 20
Pontuação para Políticas: 0	Pontuação para Políticas: 5
Grau de Maturidade: 3,2	Grau de Maturidade: 3,5
Índice de Maturidade: 8%	Índice de Maturidade: 8,75%

É observado que ambas as empresas estão no Estágio 1- Modelagem de Objetos e que o Índice de Maturidade está bastante próximo entre elas. Porém, essa maturidade foi atingida de maneiras diferentes. Se olharmos para as pontuações separadas por Campos do BIM podemos identificar onde aparece a diferença. No item Políticas, vemos que a Empresa B não obteve pontuação, enquanto a Empresa C obteve 5 pontos. Por outro lado, a Empresa B se destaca nos itens Tecnologia e Políticas. Quais seriam os fatores que levaram estas empresas a apresentar estas pontuações? Fazendo a reflexão sobre as entrevista colhidas e o resultado da análise quantitativa, se percebe que algumas questões são determinantes nas situações das empresas.

A Empresa C teve sua implantação de BIM apoiada por um projeto de iniciativa privada. A projetista de Arquitetura passou a fazer a modelagem de projetos complementares e intercalar a

gestão do modelo dentro das divisões do processo de trabalho tradicional (seccionado por fases de entregas de desenhos 2D). Isso garantiu à empresa domínio de alguns aspectos BIM fora do alcance do Estágio 1, o que representou lidar com questões externas à modelagem interna da sua disciplina, mesmo que ainda de maneira incipiente. Sobre esse processo de implantação, se diga que os investimentos em tecnologia foram destinados a atender apenas um projeto específico, de caráter experimental. Portanto, a empresa não teve uma estratégia de implantação de tecnologia que vislumbrasse ações a longo prazo.

Já a Empresa B teve iniciativa de implantação do BIM desvinculada de algum projeto específico. Os esforços e iniciativas foram internos, já que não teve suporte de clientes ou projetistas parceiros. Houve grande concentração de investimento em tecnologia, fator que aquela julgou importante para se preparar para as exigências do mercado. Apesar disso, a empresa tem como seu maior nicho de mercado projetos para o setor público, nos quais é exigida a se adaptar padrões de entrega, contratos e processos retrógrados às evoluções do BIM. Isso, aliado às dificuldades inerentes do processo contínuo de implantação do BIM, coloca barreiras à sua evolução em BIM, que está claramente no Estágio 1, modelando apenas sua disciplina (*LittleBIM*).

Quanto às duas outras empresas, o resultado da avaliação foi de que a empresa D atingiu Índice de Maturidade Gerenciado (Maturidade Média) e a Empresa A atingiu índice de Maturidade Integrado (Médio Alto), conforme mostra a Tabela 32.

Tabela 32 - Comparativo Estudo de Caso 01 (Empresa A) e Estudo de Caso 04 (Empresa D) – da autora

Comparação	
Estudo de Caso 01 Empresa A	Estudo de Caso 04 Empresa D
Projeta e modela a disciplina de Arquitetura	Projeta e modela a disciplina de Arquitetura
Extrai quantitativos a partir do modelo	Extrai quantitativos a partir do modelo
Tem ótima estrutura Tecnológica	Tem ótima estrutura Tecnológica
Possui líderes BIM bem identificados na equipe	Possui líderes BIM bem identificados na equipe
Participou de projetos BIM colaborativos	Não participou de projetos BIM colaborativos
Realiza a gestão do Modelo de maneira sofisticada, com verificações de informação.	Ainda não realiza a gestão do Modelo de maneira sofisticada, com verificações de informação.
Utiliza padrões normativos	Não utiliza padrões normativos
Tem como base um software de modelagem de Arquitetura e extensões do mesmo para	Utiliza o software de modelagem de Arquitetura, softwares adjacentes de

realizar funções de gerenciamento. Utiliza softwares para verificação de clashes.	modelagem e de gerenciamento do modelo (com uso parcial de suas possibilidades).
Utiliza o mesmo software de modelagem desde sua implantação.	Passou por duas implantações de softwares de modelagem.
Gerencia os projetistas terceiros no uso do BIM. Estabelece os padrões de troca de arquivos e as dinâmicas de interoperabilidade. Todos os procedimentos estão devidamente documentados.	Promove ações educativas para clientes e projetistas terceiros, mas, não tem controle sobre a interoperabilidade BIM do processo de projeto.
A interoperabilidade funciona pelo domínio da empresa aos demais <i>stakeholders</i> .	Não existe a interoperabilidade, pois, não existem parceiros BIM.
Estrutura hierárquica da empresa é mantida estável por algum tempo. O fluxo de trabalho e a indicação de responsabilidades passam sempre pelos mesmos coordenadores.	Tem políticas internas claras de fluxo de trabalho, colaboração e indicação de responsabilidades. Existem sistemas de troca de liderança.
O conhecimento é passado de forma espontânea sem ser documentado.	Existe o treinamento constante da equipe liderado pelo Gerente BIM.
Possui um projeto que marcou sua trajetória BIM assim como a história do BIM no Brasil.	Participa de projetos internacionais os quais tem parâmetros BIM bem definidos.
Utiliza normativas BIM para organizar a informação dentro e fora do modelo.	Não utiliza normativas BIM para organizar a informação.
Já passou por auditorias externas.	Nunca passou por auditorias externas.
Pontuação para Tecnologia: 90	Pontuação para Tecnologia: 69
Pontuação para Processo: 130	Pontuação para Processo: 118
Pontuação para Políticas: 75	Pontuação para Políticas: 80
Grau de Maturidade: 28,33	Grau de Maturidade: 23,73
Índice de Maturidade: 70,83%	Índice de Maturidade: 59,33%

Sobre a diferença de pontuação entre elas, vemos que a falta de participação em projetos multidisciplinares determina pontuações mais baixas para a empresa D durante toda a Matriz de Maturidade BIM³. Ao contrário, a Empresa A realiza projetos colaborativos em BIM e, portanto, gera pontuações mais altas em diversos itens. Dessa forma, a maior diferença entre elas ocorreu na pontuação nos Estágios 2 e 3, que contemplam a colaboração com parceiros projetistas, como mostra a Tabela 17.

	Estudo de Caso 01 Empresa A	Estudo de Caso 04 Empresa D
Estágio 01	35	40
Estágio 02	20	9
Estágio 03	15	0

Tabela 17 – Comparativo Estudo de Caso 01 (Empresa A) e Estudo de Caso 04 (Empresa D) – Estágios BIM

A empresa D tem maior maturidade no Estágio 1 - Modelagem de Objetos, contudo, pontuações muito mais baixas nos próximos Estágios, o que comprova que o fator “colaboração de projetos” foi determinante para a diferença final entre maturidades.

A Empresa A tem grande maturidade e faz jus à sua posição pioneira no mercado. Sua trajetória determina uma relação de domínio e educação dos parceiros, o que proporcionou que ela realizasse funções e atividades pertinentes aos Estágios 2 e 3, fatores relativamente incomuns ao mercado nacional.

Apesar disso, analisando aspectos internos empresariais, aferimos que a Empresa D tem pontuações mais altas no item Políticas, resultado decorrente de uma série de políticas internas, tais como treinamento constante da equipe e utilização da metodologia de gestão do fluxo de trabalho.

9 Conclusões

Com o fim dos estudos de caso é possível identificar quatro experiências iniciadas por diferentes motivos:

- Empresa A: Facilidade nas atividades de revisão de projeto e confiabilidade da informação e coerência dos dados.
- Empresa B: Antecipação de demanda do mercado e estratégia de inserção no mercado.
- Empresa C: Atender um projeto específico aliando características inovadoras a ele, caráter de projeto piloto.
- Empresa D: Atendimento de demanda crescente de projetos de alta-complexidade.

Embora as motivações iniciais das empresas fossem distintas, observa-se que os objetivos dos modelos em BIM produzidos são iguais, entre eles ganhos de compatibilização de projetos e extração de quantitativos. Os produtos finais também são muito semelhantes, incluindo versões do modelo não auditadas pelos clientes e parceiros, modelos em BIM em formatos proprietários, além de entregáveis associados ao estágio Pré-BIM como pdfs e arquivos .dwg.

Das empresas entrevistadas, somente a Empresa D relatou que os *softwares* de modelagem ajudam ou agilizam o processo de criação. As empresas B e C não utilizam o BIM nas fases iniciais de projeto e concepção, pois relataram dificuldade do uso do *software* de modelagem além de maior conhecimento e agilidade para a utilização de *softwares* como AutoCad e Sketchup. Portanto, os *softwares* de modelagem são aproveitados em todo o seu potencial em fases mais avançadas de projeto, para documentar e visualizar o edifício. Todas as empresas afirmaram que o BIM possibilita produzir projetos com mais informações, além de reduzir erros de compatibilização, representação e documentação. Outra afirmação comum foi de que a adoção do BIM não acelera o processo de projeto.

Vimos que existe uma constância quanto à dificuldade de encontrar parceiros de projeto que trabalhem em BIM e que as empresas têm um postura “educativa” frente às partes envolvidas nos

projetos em que participa. Sobre o uso da tecnologia, foi constatado que o treinamento em *software* limita o uso pleno da tecnologia, portanto, quanto maior o domínio em tecnologia maior a capacidade da empresa para se desenvolver e ter maior maturidade.

As empresas relataram que as mudanças no processo de trabalho foram acontecendo ao longo do tempo e que, nos momentos iniciais de uso do BIM, cada projeto era um salto de melhorias e ganhos. A padronização do produto e dos processos internos foi uma dificuldade comum encontrada. Logo, as empresas com maior maturidade são aquelas com maior tempo de uso do BIM e que trocaram totalmente seu modo de produção de projetos, abandonando práticas 2D. Conforme Succar (2009), vimos que a maturidade é uma idéia diretamente relacionada aos conceitos de previsibilidade e padronização.

Uma semelhança entre as empresas é a falta de objetivos claros quanto ao uso do BIM e a falta de associação desses objetivos à um planejamento a longo prazo. As tomadas de decisões são pautadas por necessidades ou anseio de melhorias técnicas. Coelho (2017), ao analisar empresas projetistas de Arquitetura no uso do BIM, destaca que os resultados alcançados reforçam a necessidade de capacitação dos titulares das empresas em gestão, focados em planejamento estratégico. Para a autora, o conhecimento na área é fundamental para evitar prejuízos, realizar análises de risco e retorno de investimento.

“São as empresas de Arquitetura que tem que arcar com as despesas iniciais da nova tecnologia porque são elas as maiores beneficiadas, em um primeiro momento, dos ganhos em qualidade de projeto e talvez em produtividade, após o cruzamento da curva inicial de aprendizagem. É importante reconhecer o papel das empresas de projeto dentro da cadeia produtiva da construção civil, para que, por meio do planejamento estratégico, consiga conhecer e melhor utilizar seus pontos fortes; conhecer, eliminar ou adequar os seus pontos fracos; conhecer a aproveitar as oportunidades externas; assim como evitar as ameaças.”

Coelho (2017) – p. 270

Para Coelho (2017), as empresas de projeto são importantes agentes de mudança dentro da indústria. Historicamente, as empresas de projeto são vistas como um “elo fraco” pela baixa remuneração de sua atividade principal e pelo alto grau de dependência do empreendedorismo de

seus titulares (Souza 2009). Por isso, a adoção de inovações pode criar novas oportunidades, na medida em que oferece melhores produtos ou criam novos serviços.

Para finalizar, unindo os dados da pesquisa ao embasamento teórico levantado, são feitas às seguintes recomendações para as empresas:

- **Objetivos:** Os objetivos em BIM devem ser melhor definidos e devem estar claros a todos os colaboradores da empresa, sendo associados a estratégias de mercado. Os objetivos em BIM obviamente não devem ser entendidos como a missão exclusiva da empresa, porém é importante que sejam definidos para direcionar as ações em BIM com foco de melhoria dos aspectos específicos.
- **Liderança interna:** As empresas que não possuem um profissional responsável pelas principais decisões em BIM de um projeto (modelagem, interoperabilidade, etc.) devem determinar essa figura na equipe e deixar claras as suas responsabilidades e funções. Essa figura pode ser o gerente do BIM ou o próprio coordenador de projeto (caso seja possível o acúmulo de funções). Esse profissional deve ter um papel claro na empresa.
- **Equipe:** O treinamento da equipe deve ser constante e monitorado pelo gerente do BIM. O treinamento deve incluir as áreas de processos e fluxos de trabalho. Também devem ocorrer incentivos às iniciativas individuais de aprendizagem.
- **Padronização:** As recomendações BIM da AsBEA e a ABNT NBR 15.965 devem ser consideradas durante a execução dos modelos e durante os processos de trabalho. O caderno do Governo de Santa Catarina pode ser utilizado como referência para padrões de entregas BIM. Mas, acima de tudo, é preciso que as empresas estejam atentas às novas normas, atualizações e avanços no tema, fazendo com que seus produtos e contratações estejam dentro de parâmetros nacionais. É importante que estes padrões estejam vinculados às formas de contratação e que os clientes, parceiros e demais Agentes do BIM sejam paulatinamente educados a seguir estas padronizações.
- **Liderança:** As empresas devem continuar a ter a postura de disseminar o BIM no mercado, entendendo e potencializando seu papel como referência e inovação.

- **Gerenciamento:** Deve-se buscar com mais sofisticação o gerenciamento do modelo, com a sugestão da utilização de *softwares* específicos como o Tekla e o Solibri. Devem existir incentivos às práticas mais inovadoras de verificação e gestão do Modelo.
- **Gestão da Informação:** A informação não geométrica do modelo deve estar alinhada com o uso final do mesmo. Ou seja, o conteúdo, a organização e a finalidade desta informação não devem ser aleatórios e deve ser monitorado pelas empresas. A entrega e padronização desta informação deve estar prevista em contrato, mesmo que esta iniciativa seja das empresas projetistas de Arquitetura. Devem ser determinados processos de verificação destas informações e, principalmente, do ND geral do modelo ao longo do projeto e das entregas. Deve-se buscar, constantemente, uma padronização desse processo e o cliente final deve ser estimulado a participar.
- **Contratação:** Para melhorar as contratações em BIM, garantir a atribuição de seguros e responsabilidades o cliente precisa estar melhor preparado. Portanto, os projetistas podem sugerir ao cliente a contratação externa de um “gerente de resultado BIM”, como previsto por Amorim e Kassem (2015) em seu relatório. Assim, o cliente terá uma visão independente e poderá compreender melhor os produtos entregues e as relações entre as partes.
- **Autopercepção:** Os escritórios devem fazer autoavaliações constantemente, deixando nessa pesquisa a matriz de Maturidade BIM de Succar como boa referência. Ela poderia ser utilizada pelas empresas em um determinado intervalo de tempo, para realização de autoavaliações, com a ajuda de todos os seus colaboradores. Assim, essa ação também teria um caráter educativo.

Importante ressaltar que não foi dado acesso total aos dados das empresas e que documentos relevantes tais como contratos de prestação de serviço, não foram analisados. Para aferir os dados com mais transparência seria necessário um acompanhamento completo de pelo menos um projeto da empresa, e ter acesso, inclusive da opinião de terceiros, como por exemplo, projetistas parceiros e clientes. Seria ainda, necessário fazer observações mais detalhadas dos modelos produzidos, bibliotecas, padrões de entrega e outros. Esse aprofundamento não foi possível e, portanto, nunca se tornou um objetivo desta pesquisa.

Retomando o item 3.3 Nível de Granulidade, foi chegada à conclusão de que estes estudos de caso poderiam ser classificados, de acordo com Succar (2009), entre as categorias de Avaliação (processo de mensuração de desempenho individual) e uma Certificação (realizada por consultor externo com maior rigor e isenção). Logo, esses estudos de caso não podem determinar com precisão o estágio de maturidade das empresas e, tão pouco, tem valor de auditoria.

No entanto, o levantamento de dados de quatro empresas diferentes, o panorama comum e as diferenças entre elas, gerou uma análise abrangente capaz de desenhar um cenário em BIM para o setor. A dicotomia dos estágios de maturidade em BIM das empresas, duas com maturidade iniciante e duas mais desenvolvidas, trouxe à tona temas relevantes e pautas para discussões.

As empresas em estágio inicial podem ser consideradas como casos típicos no setor, isto é, como o BIM ainda é um conceito inovador na AEC, devem existir muitas outras empresas no mesmo estágio inicial. Estas empresas poderiam utilizar a avaliação das Empresas B e C como exemplo, tirando referências para ações internas de disseminação do BIM.

O destaque desta pesquisa recai principalmente para as empresas de maior maturidade, que já são referência no mercado, podendo ser chamadas de Campeãs (ver item 4 do resumo bibliográfico) e criadoras de *Benchmarks*. O longo tempo de uso do BIM, assim como, as ações inovadoras realizadas pelas Empresas A e D são de grande importância para a disseminação do BIM dentro de São Paulo e no país.

Conforme mencionado no item 1.3 - Métodos e Estrutura, estas empresas são típicas e representativas do setor, logo, com essa pequena amostragem, é possível vislumbrar, lançar uma luz tênue, sobre o panorama das empresas projetistas de Arquitetura no Brasil.

O resultado obtido pela Matriz de Maturidade BIM tende a confirmar esse fato. Relacionando a análise da BIM³ com o relatório “Estratégia para difusão do BIM no Brasil”, Amorim e Kassem (2015), observamos que existe um paralelismo entre as empresas analisadas nesta pesquisa e o estágio de Maturidade Macro do Brasil. Observamos que três empresas (do total de quatro estudos de caso) estão basicamente no Estágio 1 - Modelagem de Objetos, similar ao estado que foi

atribuído ao Brasil, Estágio de Capacidade de Modelagem. Portanto, mesmo que a amostra não possa ser generalizante, pode ser considerada como modelo representativo.

9.1 Validação da Matriz de Maturidade BIM³

Sobre a Matriz de Maturidade BIM³, vimos que seu criador a definiu como: específica, granular, atingível, aplicável, neutra e relevante (Succar, 2009). A Matriz realmente é granular e neutra. Seu sistema de pontuação é consistente e podemos com certeza dizer que ela é relevante, pois, foi muito útil na avaliação das empresas e, principalmente, na comparação entre elas. Succar (2009) está certo quando afirma que a Matriz pode ser utilizada por diferentes agentes da indústria da AEC e que pode ser aplicada independentemente da tecnologia utilizada e/ou processo de gestão.

Uma questão interessante observada nesta pesquisa é a relação entre os Estágios 1, 2 e 3. A princípio, em uma análise rasa do conceito, pode-se entender que um Estágio é pré-requisito para o outro, só sendo possível iniciar o Estágio 02 após ter finalizado o Estágio 01. Durante a utilização da Matriz percebemos que as ações são paralelas e simultâneas, ou seja, que existem sobreposições de atividades entre os Estágios, principalmente nos níveis iniciais. Seria impossível atingir o Estágio 02 sem ter atingido uma pontuação elevada no Estágio 01, entretanto, não é preciso pontuar totalmente um Estágio para começar o próximo.

A maior conclusão desta pesquisa seria de que a Matriz não apresenta um critério comum e universal de pontuação e que a validade da avaliação depende muito de quem a utiliza. Isso já havia sido previsto por Succar na definição dos Níveis de Granularidade. Contudo, devemos salientar que a localidade da empresa ou organização avaliada, junto com os aspectos culturais do mercado onde está inserida, são fatores preponderantes no processo de avaliação da Matriz.

Durante os estudos de caso foi observado que a avaliação da BIM³ corria bem até o momento em que a empresa atingia os critérios para nível Otimizado, quando a pontuação ficava mais difícil de ser definida. Conforme vimos no Estudo de Caso 01, da empresa A, não foi impossível atingir a máxima pontuação no nível de maturidade Otimizado em alguns itens. Isso

porque o nível Otimizado pressupõe o cumprimento e adequação a padrões do mercado externos à empresa. Só que não existem padrões de mercado no Brasil.

Alguns dos itens da Matriz têm critérios bastante generalizantes, justamente a fim de que a Matriz seja neutra e aplicável em diferentes situações. Contudo, eles podem dar aberturas para diferentes interpretações. Por exemplo, na parte de Políticas, temos o item Regulatório, onde o nível Otimizado diz:

“As linhas-guia do BIM são continua e proativamente refinadas para refletir as lições aprendidas e as práticas recomendadas do setor. A melhoria da qualidade e a adesão aos regulamentos e códigos são continuamente alinhados e refinados. Os valores de referência são revistos repetidamente para garantir a melhor qualidade possível em processos, produtos e serviços.”

BIM EXELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade em BIM. Tradução de Prof. Dr. Leonardo Manzione

Refletindo sobre o trecho acima, não ficam claras quais são as recomendações do setor, quais regulamentos e códigos. Outro exemplo de indefinições na BIM³ seriam os momentos onde aparecem os termos “o conhecimento é adequadamente armazenado” ou “os planos de ação são detalhados”. Afinal, a qualidade e a eficácia dos sistemas de armazenamento e dos planos de ação dependem do ponto de vista e das referências do avaliador e, por isso, não são um critério padronizado de avaliação.

Portanto, o que é percebido é que o caráter generalizante da BIM³ não faz dela um sistema padronizado de classificação. A padronização da avaliação depende do avaliador e do local onde é aplicada, gerando diferenças de resultado.

Para que esta Matriz fosse transformada em uma certificação oficial seria preciso detalhar minuciosamente os documentos necessários para o cumprimento dos critérios, definir padrões de qualidade e definir exatamente quais os padrões externos que a organização avaliada deve seguir. Seria preciso alinhar a Matriz com o Nível de Maturidade Macro em questão, levar em consideração aspectos culturais do local onde será aplicada, garantindo que o nível Otimizado esteja de acordo com a situação do mercado no qual a avaliação está inserida.

Mas criar um sistema de certificação não foi a intenção de Succar e foi confirmado nesta pesquisa que a BIM³ não pode ser utilizada como padrão comum para classificar organizações em um nível formal ou autoritário. É recomendado que a Matriz seja utilizada como método de autoavaliação, consultoria ou que ela seja utilizada como base para criar sistemas mais complexos e padronizados de auditoria, como por exemplo, auditorias externas certificadas ou um sistema nacional de qualificação para empresas projetistas.

A maior contribuição da Matriz de Maturidade BIM é o conhecimento agregado à ela oriundo de toda a estrutura em BIM desenvolvida por Succar. O autor traz conceitos do BIM muito significativos para o setor e a Matriz é genial quando consegue organizar esse conhecimento de maneira objetiva e universal. Além disso, ela traz um sistema de avaliação e organização do conhecimento com características básicas, provando que, afinal, a maturidade em BIM é um conceito globalmente compreensível.

9.2 Atendimento aos objetivos da pesquisa

Foram cumpridos os objetivos de demonstração da utilização da Maturidade em BIM, em empresas paulistas projetistas de Arquitetura. Também podemos dizer que o objetivo de validação da metodologia foi atingido, mas, o resultado desta pesquisa aponta ressalvas sobre a sua aplicação e utilização final dos dados e classificações encontrados.

Outro objetivo desta pesquisa era compreender se a aplicação da Matriz BIM³ pode fomentar a evolução das empresas. É possível concluir que os resultados das avaliações confirmam esse propósito. Foi percebido, em diversos momentos da avaliação, que a Matriz de Maturidade em BIM é uma ferramenta acurada de organização do conhecimento em BIM, capaz de fortalecer as autopercepções e objetivos da empresa. A Matriz é capaz de tornar transparente a situação em BIM da empresa ou organização avaliada, sendo que o desenho deste cenário pode auxiliar na tomada de decisões e posicionamento no mercado.

O resultado da avaliação, o nível de Maturidade em BIM (BIMMI) se demonstrou um valor comum propício para comparações entre as empresas. A avaliação dos históricos e trajetórias das mesmas, associadas com a análise qualitativa formou uma visão neutra e imparcial sobre as

mesmas, identificando características comuns e diferentes entre elas. Vimos que em pontos onde uma empresa tem maior evolução outras tem maior dificuldade, e vice-versa. Logo, a troca de experiência entre as empresas traria para elas referências de mercado e exemplos de ações promotoras de melhorias em áreas de sua própria deficiência.

Além disso, no resultado comparativo entre os estudos de caso, foi possível identificar uma perspectiva da realidade do BIM no mercado, já que foram apontadas características externas e situações comuns entre as empresas. Foi demonstrado que a situação das empresas está relacionada à situação da Maturidade Macro BIM do mercado no qual estão inseridas. Ao final, foram dadas recomendações comuns que poderiam ser aplicadas em empresas semelhantes do setor.

Bibliografia

ABAURRE, M.W. **Modelos de contrato colaborativo e projeto integrado para Modelagem da Informação da Construção**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014

AMORIM, S.R.L; KASSEM. M.: **Building Information Modeling no Brasil e na União Européia**. Brasília, 2015.

BIM EXCELLENCE INITIATIVE. **301in.PT Matriz de Maturidade BIM**. Change Agents AEC, Melbourne, Australia. Tradução de Prof. Dr. Leonardo Manzione. Disponível em:< <http://bimexcellence.org/resources/200series/201in/>> Acesso em: set. 2017

COELHO, K.; LIMA, T; MELHADO,S.; **Implementação da Modelagem da Informação da Construção em Empresa de Arquitetura: Estudo De Caso**. Artigo publicado no VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil. Recife, 4-6 de novembro 2015. Disponível em: <<http://www.makebim.com/2016/08/08/silvio-melhado-implementacao-do-bim-em-empresa-de-Arquitetura/>> Acesso em: mar. 2018.

COELHO, K.: **Implementação da Modelagem da Informação da Construção em Empresa de Arquitetura: Estudo De Caso**. 2017. 286 p. Dissertação (mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual do BIM: um guia de Modelagem da Informação da Construção para arquitetos, engenheiros, gerentes,**

construtores e incorporadores. Trad. Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al. Revisão técnica de Eduardo Toledo Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GUIA AsBEA BOAS PRÁTICAS EM BIM, Fascículo I. Disponível em:

<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/a607fdeb79ab9ee636cd938e0243b012.pdf>

GUIA AsBEA BOAS PRÁTICAS EM BIM, Fascículo II. Disponível em:

<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM.** Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.

MANZIONE, L. **Mohamad Kassem: “Estratégia para a difusão do BIM no Brasil.”** 03 set. 2016. Disponível em: <http://www.makebim.com/2016/09/03/mohamad-kassem-estrategia-para-a-difusao-do-bim-no-brasil/>> Acesso em: mar. 2018

MELHADO, S. B: **Qualidade do projeto na construção de edifícios.** Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1994

SANTOS, William Rodrigues **Estudos de Caso de Implementação da Modelagem da Informação da Construção em Microescritórios de Arquitetura**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2016

SINAENCO. **Perfil Arquitetura & Engenharia Consultiva 2017**. Publicação do Departamento de Estudos Econômicos do Sinaenco. p.10-18. São Paulo, dez. 2017.

SOUZA, L.L.A., LEUSIN, S.R., LYRIO, A.M. **Impacto do uso do BIM em Escritórios de Arquitetura: oportunidades no mercado Imobiliário**. Gestão e tecnologia de Projetos, Vol. 4, nº2, Nov. 2009

SUCCAR, B.(2009): **Building Information Modelling Maturity Matrix**. In: Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies p.65-103. Austrália: IGI Publishing, nov. 2010.

SUCCAR, B.(2010): **Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction**. In: Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies P. 357-375. Austrália: IGI Publishing, nov. 2010.

SUCCAR, B.(2013): **Episode 18: Comparing the BIM Maturity of contries**. 15 ago. 2013. Disponível em: < <http://www.bimthinkspace.com/2013/08/comparing-the-bim-maturity-of-countries.html>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

SUCCAR, B.(2014): **Episode 19: Top-down, Bottom-Up and Middle-out diffusion**. 12 jul. 2014. Disponível em: < <http://www.bimthinkspace.com/2014/07/episode-19-top-down-bottom-up-and-middle-out-bim-diffusion.html>>. Acesso em: 02 mar. 2018.

SUCCAR, B.(2015a): **Episode 21: The Eight Components of Market Maturity**. 27 jan. 2015. Disponível em: < <http://www.bimthinkspace.com/2015/01/the-eight-components-of-market-maturity.html>>. Acesso em: 03 mar. 2018.

SUCCAR, B.(2015b): **Episode 23: Stakeholders' role in MACRO BIM diffusion**. 06 mai. 2015. Disponível em: < <http://www.bimthinkspace.com/2015/05/episode-23-stakeholders-role-in-macro-bim-diffusion.html>>. Acesso em: 04 mar. 2018.

SUCCAR, B.(2018); **MACRO BIM Adoption. Charting the path towards digital transformation**. In: SEMINÁRIO BIM 2018, 15 mar 2018, Brasília. **Palestra de abertura**. Disponível em: < <http://dicasdebim.tilab.com.br/tag/bilal-succar/>> Acesso em: 02 abr. 2018.

SUCCAR, B.; SHER W.; WILLIAMS, A.: **Measuring BIM performance: Five metrics**.

In: Architectural Engineering and Design Management, Volume 8, 2012, p. 120-142.

School of Architecture and Built Environment, University of Newcastle, Australia.

Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/225088877_Measuring_BIM_Performance_Five_Metrics> . Acesso em: 10 Fev. 2018.

APÊNDICE A - Questionário Semi-Estruturado para entrevista

Entrevista/Tópico 01 - Perfil da Empresa e Transição para o BIM

Nome da empresa:

Ano de fundação:

Sócio fundadores:

Motivação inicial da fundação da empresa:

Quais as motivações para a criação da empresa? Por favor, fale brevemente sobre a evolução da empresa ao longo dos anos.

Projetos Atuais:

Quais as tipologias de projeto que a empresa realiza hoje?

O senhor(a) poderia mencionar quais os tipos de clientes que mais procuram a empresa?

Equipe Atual:

Eu poderia saber quantos funcionários a empresa possui atualmente e como funciona o quadro de funções e de hierarquia?

Como é a hierarquia dentro da equipe de produção?

Transição para BIM:

Como conheceu o BIM?

Como foi a implantação BIM, houve consultoria?

Como foi o treinamento de funcionários? Quanto tempo levou?

Houve avaliação de prós e contras antes da implantação?

Houve avaliação tipo Pay-Back?

Sobre o investimento inicial, você considera que foi:

Muito Alto / Alto / Médio / Baixo

O que foi mais custoso para a empresa?

Treinamento / Software / Hardware / Consultoria / Outros

Houve um projeto piloto? Qual? Comente por favor.

Sobre a customização do software: Houve algum template e/ou biblioteca de balizamento?

Como foi desenvolvida (ou esta sendo desenvolvida) a biblioteca BIM do escritório?

Houve retorno ao CAD? Existe ainda essa duplicidade na empresa?

Durante a implantação, qual foi a preocupação da empresa quanto aos procedimentos internos de trabalho? Houve previsão de mudança dos processos de trabalho?

Por favor, comente brevemente um case de sucesso.

E um case de grande trabalho e dificuldade para a empresa.

Entrevista/Tópico 02- Tecnología

Quais softwares BIM a empresa utiliza? Para quais finalidades?

Quantas licenças a empresa possui para cada software?

O escritório já sofreu algum tipo de limitação de software?

Por favor, descreva os hardwares (computadores) para utilização BIM

Memória Ram

Placa de vídeo dedicada

Outros

Com que frequência e porque a empresa troca os aparelhos?

Como é o sistema de compartilhamento interno de arquivos?

Sobre o armazenamento de dados, existem ou existiram problemas de perda de arquivos/informações? Quais as ações feitas para evitar o risco de perda de arquivos?

Em caso de troca de arquivo entre equipes diferentes ou outras empresas projetistas, quais os modelos de compartilhamento já utilizados pela empresa?

Existe algum modelo de compartilhamento de arquivos BIM que a empresa almeja?

Local de trabalho

O ambiente de trabalho é considerado adequado? Por quê?

O ambiente de trabalho fomenta a produção? Por quê?

Entrevista 03- Processos e Políticas

Equipe:

A empresa possui um líder BIM ou pessoa destaque para o tema na empresa? Quais suas atividades diferenciadas?

Após a implantação BIM, houve uma mudança na hierarquia de funcionários? Qual?

O processo de treinamento da equipe é constante?

Quais profissionais da empresa demonstram maior resistência ou maior facilidade em lidar com o BIM na empresa? Por quê?

Processo de projeto:

Por favor, desenhe um esboço do fluxograma de projeto BIM. (Fornecer folha em branco.)

Com relação ao tempo de produção, ou seja, a produtividade da equipe, houve ganhos com o BIM? Comente.

Quais são os produtos BIM de cada etapas de projeto? Desenhos 2d, perspectivas, quantitativos, cronogramas, etc...

No processo de projeto, quais decisões são propositalmente antecipadas graças a utilização do BIM?

Com é organizada a divisão de trabalho para os funcionários dentro de cada projeto? Ex. Por pavimento? Por elemento construtivo? Workset?

Quem é responsável pela tomada de decisões relacionadas ao modelo BIM? E ao projeto?

São extraídos quantitativos do modelo? Porquê? Qual o benefício?

A extração de quantitativos é eficaz ou possui problemas? Se sim, quais?

Você trabalha ou já trabalhou com outras equipes modelando em BIM? Comente.

Descreva o sistema de compatibilização de projetos da empresa. Como revisões de projetos complementares entra no processo de trabalho BIM?

Gestão BIM

Existem protocolos ou documentos internos para validação do modelo? Ex. Verificação e validação do mesmo a cada etapa de entrega.

A empresa trabalha como conceito LOD/LOI ou conceito semelhante durante o processo de projeto? Como é validada a informação existente na entrega do modelo?

Possui esquemas automáticos de verificação do modelo? Quais? Quais softwares utiliza?

Se existe o recebimento de modelos BIM de terceiros, como é feita a gestão? Quais são as verificações? Comente.

A empresa utiliza o padrão IFC? Se sim, quais são os parâmetros e/ou padrões para a criação deste tipo de arquivo?

Escolha 3 aspectos de gestão (dentre os abaixo) que a empresa mais valoriza, fomenta ou detém atenção durante a produção em BIM. Porque você julga que estes são importantes? Comente cada dos três elencados.

- Organização interna do modelo BIM
- Gestão de biblioteca BIM
- Gestão do software
- Gestão contratual entre complementares
- Gestão contratual com o cliente
- Gestão das expectativas do cliente
- Gestão de stakeholders (partes envolvidas)
- Gestão de equipe e divisão de trabalho
- Facilidade de revisão e diminuição de retrabalho
- Tomada de decisões precisa
- Controle de produtividade - tempo
- Controle de qualidade do modelo a cada etapa de entrega
- Controle de qualidade do modelo simultânea a modelagem
- Gestão da compatibilização de diferentes disciplinas

- Troca de informação e/ou dados entre disciplinas
- Gestão da produção de documentação
- Controle do histórico de projeto

Quais desses aspectos de qualidade dentro do BIM são mais marcantes na empresa? Escolha 3 aspectos de qualidade (dentre os abaixo) que a empresa mais valoriza, fomenta ou detém atenção durante a produção em BIM. Porque você julga que estes são importantes? Comente cada dos três elencados.

Compatibilização de informações precisa

Produção de documentos adequados

Produção extensa de documentos

Extração de quantitativos precisa e/ou complexa

Grande detalhamento do projeto

Independência de desenhos 2d e concentração nas informações no modelo

Alto grau de informação no modelo, incluindo especificações de fabricantes dentro da biblioteca utilizada

Extração de IFC padronizada

Fácil troca de arquivos com terceiros

Visualização no modelo de projetos complementares

Produção do modelo visando sua utilização em vários momentos da produção do edifício, preparando o modelo para intercâmbio com empresas de outro setor

Fácil verificação e validação da informação dentro do modelo

Cumprimento de exigências contratuais

Cumprimento de prazos de entregas

A empresa já passou por auditorias BIM? Existem relatórios, check-list ou outros documentos internos que qualificam ou questionam a produção em BIM periodicamente?

Como é feito o feed-back a equipe de projeto sobre a produção?

Como é transmitido o conhecimento BIM entre a equipe?

Você conhece aspectos da modelagem simultânea? A empresa já trabalhou com isso ou já tentou trabalhar? Comente.

Relação com o cliente:

Quais os produtos BIM que a empresa oferece ao cliente?

Qual a valorização do cliente frente ao BIM?

Quais são os modelos de contratação mais comum?

Os contratos prevêem aspectos BIM como qualidade ou exigências de produção?

No momento do contrato, a empresa coloca cláusulas com relação a produção do modelo BIM ou extração da informação? Se sim, por quê?

O BIM mudou a precificação de serviços da empresa? Comente.

Os pagamentos do cliente estão relacionados a entregas BIM ou a verificação do modelo entregue? Como?

O BIM é um fator de competitividade no mercado? Por quê?

Relação com terceiros: outros projetistas ou outros setores

No momento de contratação de terceiros, quais as exigências da escolha de parceiros BIM?

Como é exigido o modelo BIM dos terceiros?

Quais são as documentações exigidos de terceiros projetistas para validar as entregas?

Fora da esfera de projeto, a empresa já entregou o modelo ou outros produtos BIM a diferentes empresas? Exemplo: Construtoras, fabricantes, instituições de ensino. Comente.

A empresa utiliza alguma biblioteca fornecida por fabricantes?

Já houve alguma troca BIM com algum fabricante?

Relação com o mercado da Construção Civil:

A empresa participa de eventos de discussão BIM? Se sim, como a troca de conhecimento com outros profissionais influencia o trabalho do escritório?

Quais são os parâmetros normativos que mais circundam a produção BIM? Ex. bibliotecas BIM adequadas às normas; verificações automáticas referentes às normas; padrões de representação específicos para documentos normatizados, etc. Comente.

O escritório tem alguma relação com a produção acadêmica em BIM além desta pesquisa?

Entrevista 04- Previsibilidade e Variabilidade

O resultado dos projetos é sempre igual? Isto é, existe um padrão ideal que é sempre alcançado nos projetos feito sem BIM? Se sim, por favor comente sobre esse padrão.

No início do projeto, o escritório tem certeza sobre a qualidade dos documentos BIM a serem entregues ao final dos mesmo?

O aumento da metragem quadrada do edifício faz diferença sobre a qualidade final do produto? Teoria: Edifícios menores tendem a ter melhor qualidade final pois são mais fáceis de modelar.

Quais desses aspectos influenciam mais na variabilidade dos projetos finalizados? Escolha 3 aspectos (dentre os abaixo) que a empresa verificou que mais afetam a produção em BIM. Porque você julga que estes são grandes influenciadores? Comente cada dos três elencados.

- Tempo de produção (escasso ou longo)
- Relação com terceiros projetistas
- Limitações na utilização do software
- Problemas de troca de informação durante o processo de projeto
- Excessivas alterações de projeto ao longo do percurso
- Excessiva revisão de complementares
- Problemas de compartilhamento de arquivos BIM
- Problemas de tecnologia internos - hardware ou software
- Retrabalho devido a problemas dentro da sua equipe
- Detalhamento final desejado extenso

- Design do edifício (mais simples ou mais complexo)
- Exigências do cliente
- Falta de conhecimento sobre BIM por parte dos clientes
- Falta de conhecimento sobre BIM por parte dos terceiros contratados

Quais os projetos do escritório que mais se diferenciam quanto à entrega final?

Quais eram as diferenças? Porque você acha que isso aconteceu?

Entrevista/Tópico 06 - Metas e objetivos BIM da empresa

A empresa possui um plano BIM? Comente.

Descreva os objetivos BIM da empresa.

Descreva a missão BIM da empresa.