GUSTAVO APARECIDO DE OLIVEIRA

Proposta de Manual para desenvolvimento de projetos em BIM através do método Design Science Research

São Paulo

2019

GUSTAVO APARECIDO DE OLIVEIRA

Proposta de Manual para desenvolvimento de projetos em BIM através do método Design Science Research

Versão Corrigida

(Versão original encontra-se na unidade que aloja o Programa de Pós-graduação)

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Orientador: Prof. Dr. Sergio Leal Ferreira

São Paulo

2019

GUSTAVO APARECIDO DE OLIVEIRA

Proposta de Manual para desenvolvimento de projetos em BIM através do método Design Science Research

Versão Corrigida

(Versão original encontra-se na unidade que aloja o Programa de Pós-graduação)

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Inovação na Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Sergio Leal Ferreira

São Paulo

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catalogação-na-publicação

Oliveira, Gustavo Aparecido
Proposta de Manual para desenvolvimento de projetos em BIM através do método Design Science Research / G. A. Oliveira -- versão corr. -- São Paulo, 2019.
169 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.BIM 2.Modelagem da Informação da Construção 3.Coordenação de projetos 4.Fluxos de trabalho 5.Plano de Execução BIM I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

OLIVEIRA, GUSTAVO A. **Proposta de Manual para desenvolvimento de projetos em BIM através do método Design Science Research**. São Paulo. 2019. 169p. Mestrado Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

A minha mãe, minha primeira e eterna educadora, pelo sacrifício e apoio incondicionais que possibilitaram minha formação acadêmica e criaram condições para a realização dessa conquista.

AGRADECIMENTOS

Ao meu mestre e orientador Prof. Dr. Sergio Leal Ferreira, pela confiança em mim depositada, pelo convívio amistoso, pela paciência e humildade que sempre demonstrou ao esclarecer minhas dúvidas e por guiar meus passos ao longo destes anos com conselhos muito além da orientação acadêmica. Registro minha admiração pelo seu exemplo de pessoa. A integridade de suas atitudes como professor e pesquisador são exemplos que jamais esquecerei.

À minha família, em especial ao meu irmão Roni, pela auxílio na seleção bibliográfica e paciência para revisar muitos dos meus textos.

Aos amigos e colegas da Pós-graduação da Poli, com quem tive a oportunidade de conviver durante as aulas, e muitas vezes além delas.

Aos amigos da turma do BIM, Lucas e Tiago, os quais sempre foram companheiros e parceiros dessa empreitada. Nossas conversas foram preciosas para estimular a reflexão, atraindo a definição de muitos dos enfoques fundamentais desta pesquisa.

Aos amigos próximos, pela paciência e tempo furtado durante o curso e execução deste trabalho.

À Jessica, pelo suporte e compreensão durante os inumeráveis momentos em que não pude estar presente nesses últimos anos de curso. Agradeço por sua disposição em ler um trabalho tão distante do seu campo profissional de atuação e pela ajuda com a revisão ortográfica.

À José Vargas, pelas ricas conversas sobre BIM, pelo compartilhamento de sua rede de contatos, apoio durante a aplicação do questionário e comentários valiosos para o trabalho.

Aos meus colegas de trabalho, pela presteza durante as ocasiões que precisei me ausentar para cumprir minhas obrigações acadêmicas, bem como pelo apoio e preciosas dicas e revisões.

Aos professores Dr. Silvio Melhado e Dr. Norberto Moura, pela participação na banca do 3º relatório e pelas críticas que contribuíram para o aperfeiçoamento da pesquisa.

Ao pessoal técnico e administrativo da Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC, em especial à Eliany, pela boa disposição na ajuda tanto na realização de tramites administrativos como esclarecimento de dúvidas.

A todos os professores do ConstruInova, com quem tive oportunidade de cursar as disciplinas e estudar durante o realização dos créditos.

À Universidade de São Paulo e ao Programa de Pós-Graduação Escola Politécnica, pelo fecundo ambiente intelectual e condições de estudo e pesquisa proporcionadas por esta instituição.

À todos que de alguma maneira contribuíram para realização desse sonho.

... à vocês, toda o minha admiração e agradecimento!

“Eu não tenho paredes. Só tenho horizontes!”

Mário Quintana

RESUMO

O desenvolvimento de projetos de edificações é uma atividade que demanda a integração entre os agentes envolvidos na cadeia da construção civil. A incorporação do conceito Building Information Modeling (BIM) por grande parcela dos profissionais da construção civil faz com que os processos de organização adotados anteriormente se tornem obsoletos e, em alguns casos, incompatíveis. As possibilidades que o processo BIM apresenta requerem revisão dos fluxos de trabalho, das ferramentas e das metodologias com relação aos mesmos elementos aplicados aos projetos feitos com base no conceito Computer Aided Design (CAD), predominantemente bidimensional adotado anteriormente. Os benefícios provenientes da aplicação do conceito BIM não se limitam ao produto final, o processo de projeto também pode ser favorecido. Buscando formas de contribuir neste sentido, o objetivo deste trabalho é conceber um guia prático para colaborar no desenvolvimento de projetos em BIM. Embora já existam algumas referências consolidadas sobre esta temática, os documentos existentes abordam de forma generalista, muitas vezes não se aplicando ao contexto e necessidades locais. O processo da pesquisa foi sistematizado pelo método da Design Science Research (DRS), que se mostrou o procedimento mais adequado para atender ao objetivo proposto pelo trabalho. A validação do artefato foi feita através de um processo participativo, por meio de grupo focal exploratório e um questionário. Sua aplicabilidade foi verificada por testes funcionais com os principais agentes envolvidos no processo de projeto de arquitetura, de estrutura, de instalação hidráulica e elétrica. Como resultados, foram identificados aspectos positivos durante o processo de validação, possibilitando que em um segundo momento a utilização do artefato como documento de apoio à contratação. Espera-se para trabalhos futuros, que este guia seja adaptado e revisado conforme novas necessidades surgirem. Esta pesquisa é fruto de trabalho desenvolvido no programa de mestrado profissional da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Palavras-Chave: BIM. Modelagem da Informação da Construção. Coordenação de projetos. Fluxos de trabalho. Plano de Execução BIM.

ABSTRACT

The development of projects of buildings is an activity that demands the integration among the agents involved in the civil construction chain. The incorporation of the Building Information Modeling (BIM) concept by a large number of construction professionals makes that the organization processes previously adopted become obsolete and, in some cases, incompatible. The possibilities presented by the BIM process require a review of the workflows, tools and methodologies with respect to the same elements applied to the projects made based on the predominantly two-dimensional Computer Aided Design (CAD), concept previously adopted. The benefits of applying the BIM concept are not limited to the final product, the project process can also be favored. Looking for ways to contribute in this direction, the objective of this work is to conceive a practical guide to collaborate in the development of BIM projects. Although there are some references to this subject, the current documents approach in a general way, often do not apply to the context and local needs. The research process was systematized by the method of Design Science Research (DRS), which proved to be the most adequate procedure to meet the objective proposed by the work. The validation of the artifact was done through a participatory process, through an exploratory focus group and a questionnaire. Its applicability was verified by functional tests with the main designers involved in the architectural project process, structure, hydraulic and electrical installations. As a result, positive aspects were identified during the validation process, allowing in a second moment the use of the artifact as a document to support the contracting. It is expected that this guide is adapted and revised as needs arise. This research is the result of work developed in the professional master's program of the Polytechnic School of the University of São Paulo.

Keywords: BIM. Building Information Modeling. Design Coordination. Workflows. BIM Execution Plan.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Etapas da DSR x Capítulos 30
Quadro 2 – Perfil das empresas integrantes do grupo de trabalho BIM 39
Quadro 3 – Estrutura dos BEPs internacionais analisados 54
Quadro 4 – Estrutura dos BEPs nacionais analisados 55
Quadro 5 – Normas publicadas na ABNT relacionadas ao BIM 63
Quadro 6 – Classes de problemas e Artefatos 66
Quadro 7 – Opções de Artefatos para resolver o problema levantado 68
Quadro 8 – Correspondência dos requisitos X Questões de avaliação 87

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Carruagem europeia 21
Figura 2 – Ford T, 1908..... 21
Figura 3 – Linha de produção automobilística 24
Figura 4 – Canteiro de obras..... 24
Figura 5 – Os três campos da Atividade BIM..... 25
Figura 6 – Etapas da Design Science Research..... 29
Figura 7 – Fluxograma de contratação para projeto e coordenação 33
Figura 8 – Fluxograma de contratação apenas para desenvolvimento do projeto ... 33
Figura 9 – Organograma da Empresa 1..... 35
Figura 10 – Passos dos estágios do BIM..... 44
Figura 11 – Curva de Mac Leamy, fases adaptadas para o contexto nacional 47
Figura 12 – Esquema arquivo IFC aberto em editor de texto 49
Figura 13 – Arquivo BCF aberto no WinRAR..... 51
Figura 14 – BCF aberto no Revit com auxílio do plugin BCFier..... 52
Figura 15 – Fluxograma estrutura organizacional CEE-134 61
Figura 16 – Diagrama de requisitos propostos 71
Figura 17 – Fluxograma dos métodos de avaliação do artefato 79
Figura 18 – Gráfico profissão dos respondentes 81
Figura 19 – Gráfico tempo de formação..... 82
Figura 20 – Gráfico tempo de uso do BIM 82
Figura 21 – Gráfico porte das empresas..... 83
Figura 22 – Gráfico tempo de atividade das empresas..... 83
Figura 23 – Gráfico área de atuação das empresas 84
Figura 24 – Gráfico usos do BIM utilizados..... 84
Figura 25 – Gráfico softwares BIM..... 85
Figura 26 – Gráfico sistemas de compartilhamento..... 85
Figura 27 – Gráfico extensões de arquivos..... 86
Figura 28 – Gráfico Simplicidade e Facilidade de Uso 88
Figura 29 – Gráfico Funcionalidade 88
Figura 30 – Gráfico Adaptabilidade..... 89
Figura 31 – Gráfico Racionalidade..... 89

Figura 32 – Gráfico linha de tendência dos requisitos 90
Figura 33 – Gráfico de barras médias x requisito 91
Figura 34 – Gráfico de radar médias x requisito 91
Figura 35 – Organograma da Empresa 2..... 95

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AIA	American Institute of Architects
API	Application Programming Interface
AQUA	Avaliação da qualidade ambiental
ASBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
BCF	BIM Collaboration Format
BEP	BIM Execution Plan
BIM	Building Information Modeling
bSa	buildingSMART alliance
CAD	Computer Aided Design
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEE	Comissão de Estudo
DS	Design Science
DSR	Design Science Research
DWG	Drawing from Autocad
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
GT	Grupo de Trabalho
GUID	Globally Unique Identifier
HVAC	Heating, Ventilation, and Air Conditioning
IAI	International Alliance for Interoperability
IFC	Industry Foundation Classes
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
IoT	Internet of Things
IPD	Integrated Project Delivery
ISO	International Organization for Standardization
LOD	Level of Development

MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MVD	Model View Definitions
NBR	Normas brasileiras
ND	Nível de Desenvolvimento
PDF	Portable Document Format
PSU	Pennsylvania State University
REST	Representational State Transfer
SINDUSCON	Sindicato da Indústria e da Construção Civil
VBA	Visual Basic for Application
XML	eXtensible Markup Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 19

1.1 Justificativa 22

1.2 Objetivo 25

1.3 Método de Pesquisa 27

1.3.1 Estrutura do trabalho 30

2 O PROBLEMA 32

2.1 Contexto Profissional 32

2.1.1 Comitê BIM 37

2.1.2 Grupo de trabalho BIM 38

2.2 Eventos técnicos 40

2.3 Conscientização 41

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 42

3.1 Integração e interoperabilidade 43

3.2 Estágios do BIM 44

3.3 Integrated Project Delivery (IPD) 46

3.4 A Building Smart 48

3.5 Industry Foundation Classes (IFC) 48

3.6 BIM Collaboration Format (BCF) 50

3.7 BIM Execution Plan (BEP) 52

3.8 Guias e manuais 57

3.8.1 Guias Asbea Boas práticas em BIM 57

3.8.2 Coletânea Implementação do BIM CBIC 58

3.8.3 Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC 59

3.9 Normalizações brasileiras 61

4 ARTEFATO 65
4.1 Artefato e Classes de Problemas 65
4.2 Caracterização de Artefatos de acordo com a Revisão da Literatura 65
4.3 Propostas 67
4.4 O Artefato - Proposta de Manual 69
4.5 Projeto 70
4.6 Desenvolvimento 73
4.6.1 Introdução 73
4.6.2 Objetivos 74
4.6.3 Colaboração 74
4.6.4 Padrões 76
4.6.5 Outros conteúdos 77
5 RESULTADOS 78
5.1 Grupo Focal 79
5.1.1 Questionário 80
5.2 Teste Funcional 1 93
5.3 Teste Funcional 2 94
6 CONCLUSÃO 98
REFERÊNCIAS 102
APÊNDICE A – Manual para desenvolvimento de projeto em BIM 107
APÊNDICE B – Questionário de avaliação do Manual 153
ANEXO A – Modelo de protocolo para Design Science Research 167
ANEXO B – Protocolo para revisões sistemáticas 169

1 INTRODUÇÃO

O projeto de edificações é uma atividade multidisciplinar onde diversos agentes com domínios de atividades distintas se articulam. É durante o projeto que as questões fundamentais relativas às exigências dos usuários devem ser equacionadas, iniciando-se na fase de concepção (OLIVEIRA; CARRARO, 2015).

O processo de desenvolvimento de edificações é bastante distinto dos demais setores produtivos em função da natureza e diversidade do produto final. Sendo assim, é necessário o gerenciamento de informações através de formatos organizacionais que permitam alcançar o resultado esperado. De acordo com Farina e Coelho (2015), a coordenação de projetos apresenta um papel fundamental para o correto progresso dos projetos e troca de informações, visando atender as necessidades do empreendedor e das disciplinas de construção.

A concepção de edificações envolve a organização de inúmeros agentes. Para Novaes (2001), esse processo deve ser permanentemente acompanhado pela coordenação através de reuniões periódicas entre os integrantes, com vistas à compatibilização de soluções presentes em projetos de disciplinas distintas.

Nas fases iniciais de projeto, as tomadas de decisões influenciam significativamente sobre os custos de execução da obra, entretanto, esta possibilidade diminui gradativamente à medida que se finaliza a fase de planejamento. Segundo Fontenele (2002), esta fase é a principal porta de entrada para a implementação de inovações tecnológicas, onde as decisões são tomadas e possuem maior capacidade de influenciar o custo global do empreendimento.

O *Building Information Modeling* (BIM) tem sido amplamente incorporado pelos profissionais construção. Todavia, as diversas possibilidades de aplicação que o conceito oferece, além da modelagem, ainda são pouco exploradas. Apesar dos avanços embarcados com o novo processo, a falta de implementação em todas as áreas de projeto cria um conflito e, consequentemente, ineficácia neste setor de produção.

Nos últimos anos o BIM também tem sido tema de vasta investigação no contexto da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), porém, seus benefícios parecem ser mais uma perspectiva futura do que uma realidade atual. No Brasil, as experiências práticas mais significativas relativas a aplicação do conceito BIM, não fazem o uso de todo o seu potencial. Os processos ligados à construção do edifício são pouco especulados e, frequentemente, o BIM tem sido encarado apenas como ferramenta para concepção e facilitador de processo de representação (SOUZA; AMORIM; LYRIO FILHO, 2009).

Atualmente os modelos contratuais são baseados em um processo sequencial de entregas de desenhos bidimensionais. Neste modelo de trabalho, o produto entregue não reflete o processo de projeto em BIM, onde o modelo tridimensional com informações possibilita a configuração de diferentes fluxos e extração de novos tipos de documentos.

Uma extensa implementação do conceito BIM prevê uma alteração das organizações e dos procedimentos de negócios das empresas. O modelo tradicional do processo de projeto está demonstrando certo esgotamento e o BIM se apresenta como uma nova possibilidade, porém, não deve ser entendido como uma mera modernização do uso de ferramentas Computer Aided Design (CAD). (MANZIONE, 2013)

O BIM é um conceito relativamente recente e bem abrangente, e como em qualquer transposição de grande porte, carece de tempo necessário para ser compreendido e absorvido plenamente. O fator cultural de adaptação ao novo, junto a outros fatores como custos de softwares, de equipamentos, tempo necessário para o aprendizado das ferramentas, modificações no fluxo de trabalho, etc., faz com que as convenções de representação planificada ainda permaneçam como o meio mais aceito para o desenvolvimento de projetos.

Atualmente o BIM passa por este período de adaptação, onde o produto final e os fluxos de trabalho não alcançaram o mesmo patamar de adaptação cultural quando comparado a outros setores de produção. Pode-se fazer um paralelo do design de outros produtos com a aplicação do conceito BIM, em muitos casos, mesmo adotando

um novo processo de trabalho, o produto exigido continua a ser o desenho bidimensional. Um exemplo da resistência cultural pode ser ilustrado pela experiência da indústria automobilística, nas Figuras 1 e 2 verifica-se visualmente o momento de transposição tecnológica, onde o aspecto do produto é praticamente inalterado mesmo tratando-se de um novo produto.

Figura 1 – Carruagem europeia

Fonte: HORSE AND CARRIAGE UK (2016).

Figura 2 – Ford T, 1908

Fonte: ADMINISTRAÇÃO PARA ADMINISTRADORES (2016).

A transição para o BIM exige diversas adaptações no processo de trabalho (SOUZA; AMORIM; LYRIO FILHO, 2009). Diferente da abordagem bidimensional, onde o

computador possibilitou a digitalização do desenho que antes era feito na prancheta, com a implementação do BIM passa-se a construir o edifício virtualmente e muitas informações são introduzidas no modelo tridimensional.

Os desenhos passaram a ser apenas um dos diversos meios de comunicação, para alguns autores até dispensável. Eastman (2011) por exemplo, afirma que impressões em papel dos desenhos provavelmente desaparecerão quando os *displays* digitais se tornarem suficientemente baratos e se adaptarem às condições de trabalho em canteiro. Uma vez que os desenhos não sejam mais impressos, não haverá razão para manter as suas convenções de formatação.

A coordenação de projetos é uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo de projeto, voltada à integração dos requisitos e das decisões (ADESSE et al., 2008).

A qualidade dos empreendimentos e a qualidade dos projetos estão diretamente envolvidas entre si. Ambas implicam em interações de várias especialidades e entre vários agentes (ADESSE; MELHADO, 2003). A coordenação de todas as fases de concepção, projeto e construção de empreendimentos implica inúmeras atividades de modo que propiciem o resultado esperado em termos de prazo, qualidade e custos.

Visando melhorar a eficiência e a produtividade dos agentes envolvidos no desenvolvimento de projetos, este trabalho propõe uma observação sobre as entregas necessárias para o desenvolvimento de projeto, para comunicação, para necessidades construtivas e para registros documentais. Isso será feito considerando o agente que produz a informação e aquele que a consome em todas as situações.

1.1 Justificativa

Conforme publicado por Pini (2016), 90% dos escritórios de projeto de arquitetura e engenharia no Brasil, pretendiam adotar o BIM como processo de trabalho até 2018. Para os escritórios que já tinham embarcado no processo de migração, 50% dos respondentes relataram que as principais dificuldades que estavam enfrentando eram

relacionadas ao compartilhamento de arquivos. O levantamento sugere um aumento expressivo na base de usuários BIM nos seguintes anos, e em conjunto com este incremento, surgiria necessidade de informações e normatizações.

Neste contexto de adesão relatado, muitos profissionais do setor vêm implementando o BIM sem compreender que, com este novo paradigma, todo o processo da cadeia deverá ser adaptado à aplicação prática deste conceito. Para alcançar resultados concretos, a incorporação do BIM requer modernização nos processos de trabalho. É necessário, por exemplo, adaptar as convenções de representação aos novos meios de comunicação disponíveis.

A evolução tecnológica parece se desenvolver mais lentamente na indústria da construção civil do que em outros setores de produção. Segundo Mihic et al. (2014), a construção é a única indústria que diminuiu sua produtividade desde 1964, enquanto no mesmo período, todos os demais setores aumentaram a produtividade consideravelmente.

A construção civil não faz o uso de todo o potencial tecnológico disponível. É chamativa a comparação com a indústria automobilística (Figura 3), por exemplo. As bases da industrialização e produção em série iniciadas com a apresentação do Ford T e sua linha de montagem revolucionou toda a indústria automobilística. Em consequência, devido ao estágio de industrialização e estandardização alcançados, constata-se que os preços dos automóveis estão cada vez mais acessíveis a todas as faixas de consumo, enquanto na construção civil (Figura 4), os processos artesanais e ineficientes empregados dificultam o declínio de custos.

Figura 3 – Linha de produção automobilística

Fonte: ASEA BROWN BOVERI ABB ABB (2016).

Figura 4 – Canteiro de obras

Fonte: RANA INFRA PROJECTS (2016).

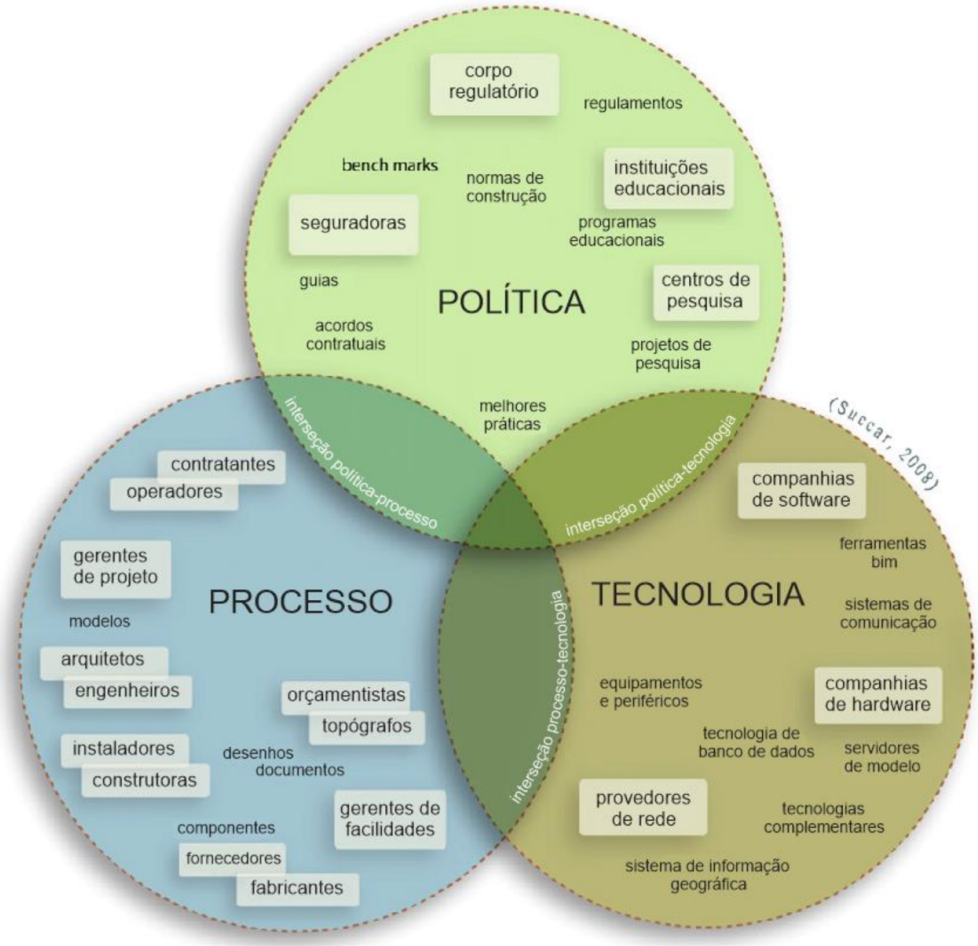
A produtividade na construção é de importância decisiva para a economia nacional. Dentro deste cenário, o momento atual apresenta-se oportuno para fomentar a disseminação de auxílio tecnológico para aumentá-la. Também é bem-vindo um esforço conjunto entre os agentes para enfrentar o problema em sua totalidade e propor soluções integradas que contribuam com o setor.

1.2 Objetivo

De acordo com Succar (2009), existem 3 campos de interligação da atividade BIM: Tecnologia, Processo e Política. A Figura 5 esquematiza cada um desses campos BIM com seus próprios agentes, requisitos e entregas. Os três campos interagem dentro da indústria AEC gerando novos produtos, serviços e funções. As transações incluem transferências de dados, dinâmicas de equipe e relações contratuais. Os campos distintos eventualmente se sobrepõem quando é necessário compartilhar agentes de diferentes campos.

Considerando esta esquematização, esta pesquisa é relacionada com a integração entre os campos apresentados, em especial, os campos da Política e Processo.

Figura 5 – Os três campos da Atividade BIM



Fonte: Adaptado de Succar (2009).

A regulamentação do mestrado profissional, ressalta que o trabalho final de curso deve ser vinculado a problemas reais da área de atuação do profissional-aluno e de acordo com a natureza da área e a finalidade do curso, podendo ser apresentado em diversos formatos.

Imbuído disso, o objetivo principal desta pesquisa foi elaborar como Artefato ordenador um Guia Prático para desenvolvimento de projetos em BIM, visando otimizar os fluxos presentes no processo de projeto que utilizem este conceito. O presente trabalho se enquadra nos seguintes formatos estabelecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes): processos e técnicas, relatórios finais de pesquisa ou manual de operação técnica.

O relatório final de pesquisa apresenta um manual de operação técnica que inclui processos e técnicas relacionadas à implementação do BIM em escritórios de arquitetura, dando ênfase em aspecto ao trabalho colaborativo.

O documento foi desenvolvido aderindo aos conceitos do modelo BIM federado. De acordo com Eastman (2011), no modelo federado cada especialidade envolvida desenvolve um modelo BIM dentro de sua área de atuação. Posteriormente, os modelos distintos podem ser conectados por um *software* de gerenciamento onde poderá ser feita uma variedade de verificações automatizadas como análise de conflitos, eficiência energética, estrutural, iluminação, códigos de construção, entre outras.

Destacam-se como objetivos específicos:

- caracterizar conceitos relevantes para o processo de projetos em BIM;
- explorar as possibilidades de apresentação de projetos baseadas em novas tecnologias;
- melhorar a comunicação entre os agentes envolvidos.

1.3 Método de Pesquisa

O projeto de pesquisa buscou conciliar o trabalho acadêmico com as atividades profissionais desenvolvidas pelo autor. A fim de atender aos objetivos propostos, o método adotado para o desenvolvimento da pesquisa foi o Design Science Research (DSR).

O DSR pode ser classificado como uma derivação da Design Science (DS) proposta por Simon (1996), seu objetivo visa apoiar a proposição de um método de pesquisa orientado à solução de problemas por meio do projeto de artefatos.

Enquanto as Ciências Sociais e Comportamentais buscam compreender a realidade, a DS busca inventar novos meios para atuar a fim de melhorar a realidade através da criação e avaliação de artefatos que servem a propósitos humanos e resolvem problemas humanos (SIMON, 1996).

A escolha do método se deu em função da abordagem do DSR aproximar o ambiente acadêmico das organizações através de produção de pesquisas de caráter prático e, por consequência, promover desenvolvimento tecnológico.

De acordo com Bax (2017), o DSR auxilia o pesquisador a criar conhecimento teórico através da compreensão de um problema e sua solução alcançada durante a construção e aplicação de artefatos. O resultado final do trabalho, o artefato, a construção do conhecimento é uma contribuição tanto para a academia quanto para a prática.

O objetivo do DSR consiste em identificar um problema prático, formular e avaliar um artefato como prescrição ao problema levantado. A forma de raciocínio utilizada consiste inicialmente na particularização do problema inicial, possibilitando posteriormente a sua generalização para uma classe de problemas.

Iivari e Venable (2009) definem o DSR como uma atividade de pesquisa que constrói artefatos inovadores para resolver problemas ou alcançar melhorias de uma maneira que é útil ao tratamento de problemas específicos, compreendendo um conjunto de

membros ou organizações de uma classe generalizada do problema abordado pelo artefato.

O DSR se mostrou o método mais adequado para alcançar os objetivos apresentados pelo trabalho. A pesquisa aborda um problema prático enfrentado no mercado, sendo este passível de generalização, focando na resolução do problema e não exclusivamente em seu entendimento e registro. O trabalho busca soluções encaminhadas sob forma de ação concreta.

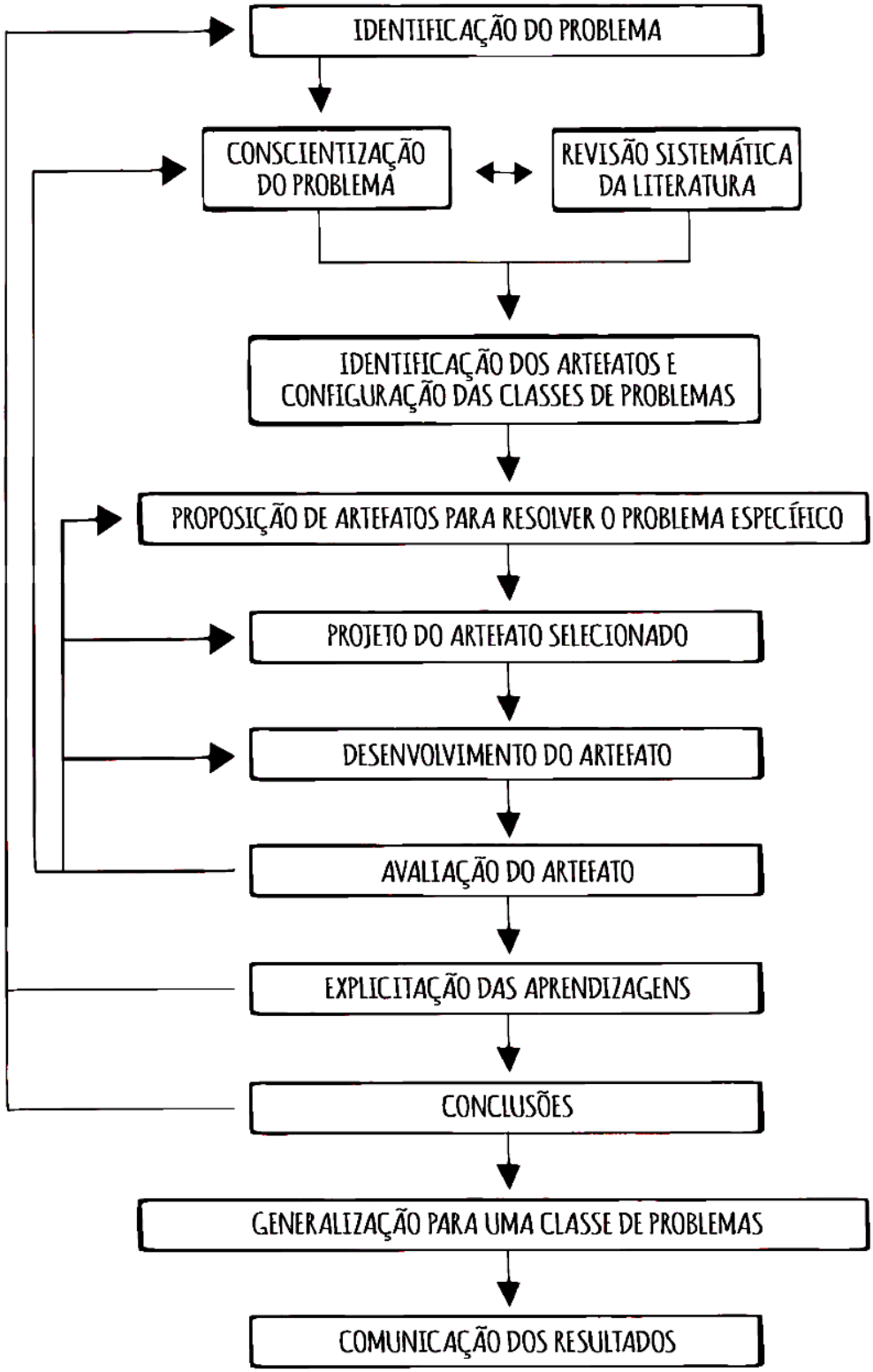
O interesse nesta temática por parte do autor, se deu em função do envolvimento com atividades dentro do conceito BIM em um escritório de arquitetura de grande porte e pioneiro no processo de implementação, caracterizando a experiência prévia com o problema abordado, uma das particularidades predominantes do DSR.

O rigor metodológico na condução de uma pesquisa cientifica assegura o princípio de sua validade. Diversos autores publicaram propostas de diretrizes para a condução do método DSR (VENABLE; PRIES-HEJE; BASKERVILLE, 2017). Comparando algumas metodologias e suas estruturas, o método apresentado por Dresch, Lacerda e Júnior (2015) foi o elegido para fundamentar este trabalho.

A seleção foi feita em função de se tratar de um trabalho relativamente recente, apresentar ampla revisão bibliográfica sobre o tópico, bem como pela facilidade de acesso ao material necessário para o desenvolvimento da pesquisa como quadros explicativos e protocolos sugeridos.

A confiabilidade é um dos critérios centrais para uma pesquisa de qualidade (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015), a Figura 6 delineia a abordagem metodológica proposta pelos autores.

Figura 6 – Etapas da Design Science Research



Fonte: Dresch, Lacerda e Junior (2015).

1.3.1 Estrutura do trabalho

Para possibilitar uma leitura mais fluida e facilitar o entendimento, a pesquisa foi elaborada condensando as etapas da metodologia de pesquisa em capítulos. O Quadro 1 exibe as etapas da DSR seguidas pelos capítulos correlativos. Na sequência são exibidos resumidamente os capítulos do trabalho e conteúdos.

Quadro 1 – Etapas da DSR x Capítulos

Etapas da Pesquisa	**Capítulo**
Identificação do problema Conscientização do problema	Capítulo 2 O problema
Revisão Sistemática da Literatura	Capítulo 3 Revisão Bibliográfica
Identificação dos Artefatos e configuração das Classes de problemas Proposição de Artefatos para resolver o problema específico Projeto do Artefato Selecionado Desenvolvimento do Artefato	Capítulo 4 Artefato
Avaliação do Artefato Explicitação de aprendizagens	Capítulo 5 Resultados
Conclusão Generalização para uma classe de problemas Comunicação dos resultados	Capítulo 6 Conclusão

Fonte: Autor.

No capítulo 2, O Problema, a questão central da pesquisa é formalizada. É apresentado o contexto profissional do autor, identificado um problema prático no ambiente interno na empresa onde o autor desenvolve suas atividades, listando as principais dificuldades no desenvolvimento de projetos em BIM. Visando buscar embasamento teórico e ampliar os conhecimentos no campo é listada a participação em congressos e eventos técnicos da área. O problema e suas causas são compreendidos. Serão expostos os requisitos para o bom funcionamento do artefato.

O terceiro capítulo apresenta a revisão bibliográfica. A pesquisa iniciou-se com os principais conceitos pertinentes, em especial aos temas ligados ao trabalho colaborativo e BIM, como a interoperabilidade, questões contratuais, processos colaborativos, entre outros. Em um segundo momento, foram analisados documentos similares ao objeto final do trabalho. Por fim, foram estudadas normas, manuais e guias brasileiros pertinentes ao BIM.

A proposta do artefato é formalizada no capítulo 4, onde são listados artefatos e classes de problemas encontrados na revisão bibliográfica. São apresentadas proposições de artefatos potencialmente aptos para resolver o problema determinado. É exposta a concepção do artefato selecionado com todas etapas, técnicas e ferramentas necessárias para seu projeto e desenvolvimento.

O capítulo 5 apresenta os métodos utilizados para validação do artefato e os resultados alcançados.

Por fim, no sexto capítulo são apresentadas as principais conclusões obtidas e as aprendizagens são formalizadas. São listados os aspectos bem-sucedidos na pesquisa e pontos que podem ser aprimorados. As limitações encontradas e oportunidades para trabalhos futuros são evidenciados. São listadas possíveis classes de problemas para as quais o artefato proposto poderá contribuir e são apontados os meios para a comunicação dos resultados alcançados.

2 O PROBLEMA

A solução de problemas começa com a identificação do problema, o planejamento de uma solução, sua implementação, seu monitoramento e a avaliação de sua eficácia (TRIPP, 2005).

Buscando uma solução para um problema prático, baseado em experiências profissionais, identificou-se que a falta de organização no desenvolvimento de projetos em BIM ocasiona uma série de consequências negativas. Entre elas podemos citar a baixa produtividade, lentidão no desenvolvimento de projetos, inconsistências nas informações contidas nos modelos, dificuldade em estabelecer a comunicação e interoperabilidade entre os agentes envolvidos e outros.

A organização do trabalho é essencial para desenvolvimento de projetos, em especial quando se trabalha de forma colaborativa, como é um dos focos do conceito BIM. O ideal, nesse contexto, é que cada agente participante saiba claramente qual será a sua responsabilidade dentro do processo de projeto, quando e como deverá ser exercida.

2.1 Contexto Profissional

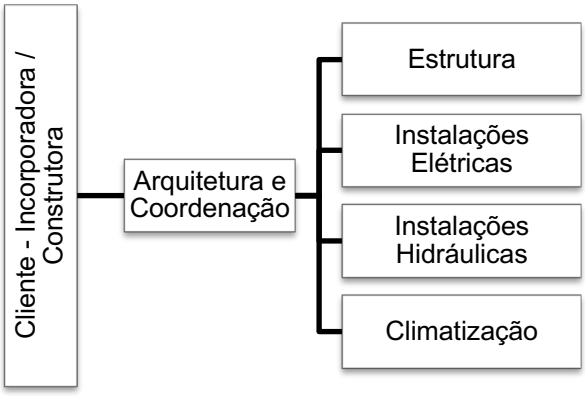
O contexto profissional do autor desta pesquisa consiste no desenvolvimento de projetos em um escritório de arquitetura e urbanismo, atuando como arquiteto e BIM Manager. Fazem parte das atribuições da segunda atividade citada, garantir a melhoria contínua das práticas pertinentes ao BIM, tais como, organização de treinamentos, organização de reuniões, elaboração e manutenção de documentos, templates, entre outros.

Constituída em 1962 na cidade de São Paulo, a empresa atua no desenvolvimento de projetos de arquitetura e urbanismo de grande porte para o mercado imobiliário, tendo como principais clientes incorporadoras e construtoras. A produção abrange os setores: comercial, de serviços, residencial, hoteleiro, público e industrial.

O escopo de trabalho compreende desde a pesquisa e análise da área, concepção do partido arquitetônico, desenvolvimento do projeto completo, bem como a coordenação de projetos multidisciplinares, fiscalização e acompanhamento da obra.

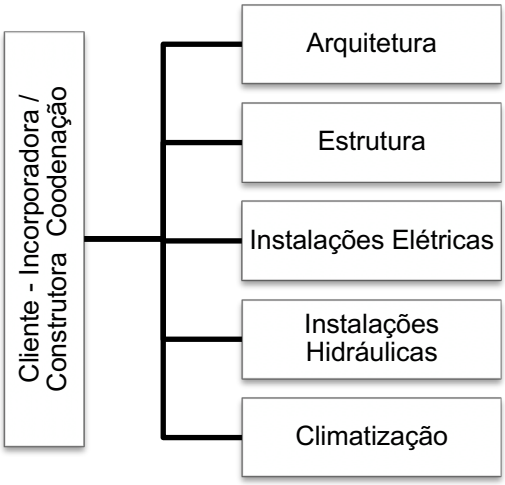
Para o escopo de desenvolvimento de projetos predominam dois tipos principais de contratação. No primeiro, Figura 7, o escritório é contratado para desenvolvimento do projeto de arquitetura e coordenação dos demais projetistas. A Figura 8 ilustra o segundo tipo, onde o escritório é contratado como um projetista como as demais disciplinas e a coordenação é feita pelo próprio cliente ou por um terceiro agente a ser contratado unicamente para a execução desta função. Este trabalho é pautado pelo primeiro modelo apresentado.

Figura 7 – Fluxograma de contratação para projeto e coordenação



Fonte: Autor.

Figura 8 – Fluxograma de contratação apenas para desenvolvimento do projeto



Fonte: Autor.

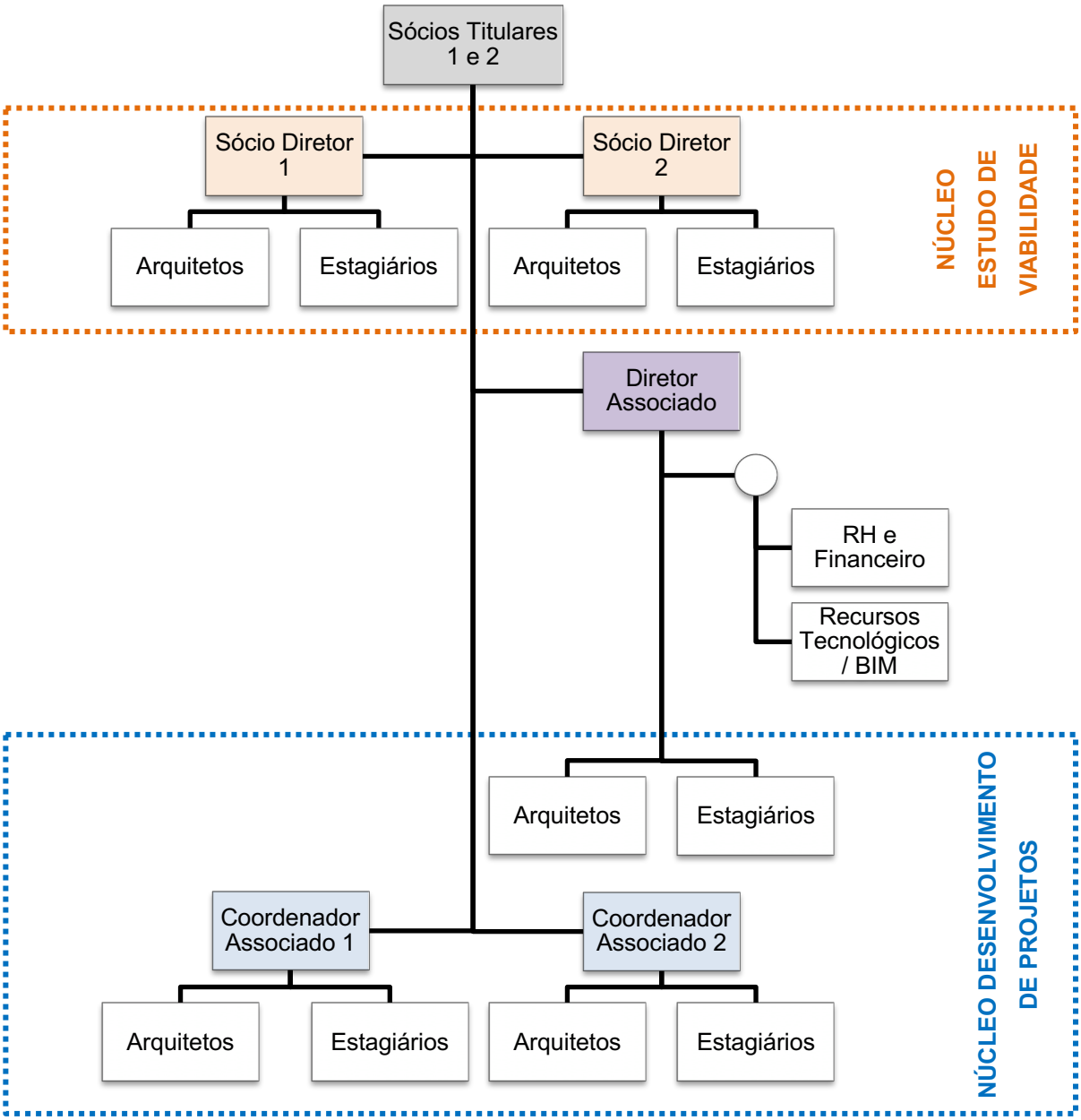
Como diferencial competitivo, a empresa conta com a certificação *International Organization for Standardization* (ISO) 9001, obtida no ano de 2000, com diversos projetos com certificados de sustentabilidade *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), Avaliação da Qualidade Ambiental (AQUA) e, desde 2009, com o uso pioneiro no país do processo BIM incluído no método de trabalho.

A produção da empresa se destaca em seu ramo de atuação pela escala de seus projetos e pela quantidade e variedade de publicações e premiações. Com mais de 50 anos de atuação, o escritório conta com aproximadamente 6.500.000 m² construídos, distribuídos em mais de 1.250 edificações, sendo que deste total, por volta de 1.300.000 m² foram projetados em BIM.

A estrutura organizacional da empresa é composta por quatro sócios-diretores, um diretor associado, dois coordenadores associados, arquitetos, estagiários e equipe de Recursos Humanos e Financeiro. O escritório já chegou a contar com um quadro de funcionários superior a cem arquitetos nos momentos favoráveis da economia nacional.

Conforme ilustrado na Figura 9, o escritório possui 2 núcleos distintos de produção. Um setor de estudo de viabilidade administrado por dois dos sócios diretores e um setor de desenvolvimento de projetos dirigidos por um diretor associado e dois coordenadores associados. Cada uma das equipes é composta por arquitetos e estagiários demandados de acordo com o volume e escala dos projetos em andamento.

Figura 9 – Organograma da Empresa 1



Fonte: Autor.

Desde o ano de 2009, a empresa optou internamente por desenvolver todos os projetos dentro do conceito BIM, independentemente das questões contratuais envolvidas. Inicialmente optou-se pelo uso de um software de modelagem BIM específico e, por um certo período, acreditou-se que a solução ideal para desenvolvimento de projetos seria o uso de um mesmo software para todas as disciplinas compreendidas. Porém, com o passar do tempo, constatou-se que um

único software não seria capaz de atender as variadas demandas existentes dentro das diferentes disciplinas necessárias para compor o projeto de edificações. Surgiu então a necessidade de explorar outros softwares e, consequentemente, a interoperabilidade e comunicação existente entre estes.

Como um exemplo da recorrente necessidade de trabalhar a interoperabilidade, pode-se citar a comunicação existente entre os modelos BIM de arquitetura e estrutura. Para a tipologia de projetos desenvolvidos no escritório de edifícios multipavimentos, a solução de software adotada para o cálculo estrutural de concreto é uma que predomina na maior parte dos escritórios de engenharia. Entretanto, o software em questão, não possibilita o desenvolvimento de projetos arquitetônicos. Faz-se necessário o intercambio de informações preservando os dados necessários para o desenvolvimento do projeto.

Outra dificuldade constantemente encontrada no desenvolvimento de projetos, foi gestão das informações contidas nos modelos. Seja por inexperiência ou por falta de metas estabelecidas, observou-se que os projetistas tendem a sobrecarregar o modelo com informações não necessárias para a fase em que o projeto se encontrava, aumentando consideravelmente o tamanho dos modelos e, em muitos casos, acarretando dificuldade de manuseio.

Tais problemas poderiam minimizados se houvesse um padrão pré-estabelecido de modelagem, definindo o que cada disciplina deveria inserir em seus modelos e em qual momento de projeto, especificando maneiras para uma divisão da modelagem comum para todos os projetistas, buscando facilitar a agilidade do manuseio e, em decorrência, aumentar a produtividade.

Como benefícios, o contratante receberia os projetos em um prazo menor, os projetistas poupariam retrabalhos e as construtoras teriam projetos com um número reduzido de erros, melhorando o entendimento e a confiabilidade nos projetos, aumentando tanto a qualidade da obra como do produto final.

Como já apontado anteriormente, a empresa oferece a alternativa de contratação para coordenação de projetos. O cliente, muitas vezes por falta de entendimento da complexidade do processo BIM, não espera arcar com os custos da função de coordenação e acaba por não contratar essa modalidade.

Adicionando todas as particularidades para a coordenação de projetos em BIM, este papel deve ser revisto para se adaptar à complexidade ampliada das análises de informações impostas pela adoção do processo BIM. O andamento do trabalho entre os projetistas ainda é segmentado, por isso são necessários esforços para buscar um processo de trabalho mais unitário visando um fluxo impreterivelmente colaborativo.

2.1.1 Comitê BIM

Entendendo a complexidade do processo BIM, no início da implementação a diretoria do escritório optou pela criação de um comitê interno responsável por todas as definições relativas ao processo BIM dentro da empresa.

O comitê foi composto por um arquiteto de cada equipe, geralmente indicado pelo coordenador de projetos e mais familiarizado com o processo BIM. Um representante da diretoria da empresa também foi designado para acompanhar as reuniões e as decisões assumidas.

A ideia principal do comitê consiste em instituir procedimentos que garantam o progresso contínuo na qualidade e no processo de projeto e difundi-la para todos os arquitetos do escritório. A atividade de pesquisas de novos softwares, plug-ins e questões relativas à área tecnológica também fazem parte do escopo do comitê.

A gestão desse grupo de profissionais também faz parte do escopo de trabalho da atividade de BIM Manager designada ao autor desta pesquisa.

2.1.2 Grupo de trabalho BIM

Pretendendo superar os percalços mencionados e aspirando ter o máximo de contribuições sob diferentes perspectivas, surgiu dentro das discussões do Comitê BIM a ideia de criar um grupo externo multidisciplinar de trabalho BIM com os principais projetistas que atuam junto com o escritório.

As empresas convidadas para participar do grupo foram selecionadas por possuírem maior familiaridade com o conceito BIM e por sua pré-disposição a participar deste trabalho.

O escopo principal das tarefas do grupo consistiu em desenvolver maneiras de facilitar os fluxos de trabalho e a comunicação existente entre as disciplinas, beneficiando a qualidade do projeto final. Em termos gerais, aumentar a produtividade sem reduzir a qualidade dos projetos.

O grupo de trabalho convidado se reuniu com o Comitê BIM da empresa de arquitetura em quatro ocasiões, onde foram discutidos diversos tópicos relacionados ao desenvolvimento de projetos em BIM. Os temas eram previamente definidos via e-mail, permitindo que os participantes já chegassem na reunião com material para discussão.

Todas as empresas presentes no trabalho, que envolvem a Arquitetura, a Climatização, a Estrutura, as instalações e a Elétrica e Hidráulica, já possuíam conhecimento prévio sobre o processo de trabalho em BIM.

O Quadro 2, apresenta um resumo do perfil das empresas presentes no processo. Os dados foram levantados durante as reuniões de trabalho. As duas primeiras colunas após a identificação da disciplina ilustram o porte das empresas. As outras três colunas demonstram o grau de maturidade com o processo de trabalho em BIM.

Quadro 2 – Perfil das empresas integrantes do grupo de trabalho BIM

Disciplina	Ano de fundação	Quadro de funcionários	Tempo Uso do BIM	Softwares BIM utilizados	Prêmios BIM
Arquitetura	1962	50 - 100	10 anos	ArchiCAD Revit	-
Automação	1995	10 - 20	7 anos	Revit	-
Climatização HVAC	1978	10 - 20	7 anos	Revit	-
Estrutura de Concreto	1978	40 - 50	8 anos	TQS Revit	Vencedor Prêmio de Excelência BIM SindusCon – SP 2016
Instalações Elétrica e Hidráulicas	1985	30 - 50	7 anos	Revit	Finalista Prêmio de Excelência BIM SindusCon – SP 2016

Fonte: Autor.

O Quadro apresentado indica que todas as empresas presentes no grupo, pelos anos de atuação, apresentam um repertório maduro no requisito desenvolvimento de projetos. A empresa mais nova tem um portfolio de 25 anos. Porém, apesar de todas as empresas já estarem habituadas ao conceito BIM, o trabalho ainda é um processo recente e não consolidado. A disciplina de arquitetura é a que apresenta maior tempo de uso do BIM, dez anos. Destacam-se duas disciplinas que participaram da

premiação excelência BIM Sindicato da Indústria e da Construção Civil (SindusCon) – SP, sendo a disciplina de estrutura de concreto vencedora do prêmio.

De acordo com as entrevistas realizadas, as empresas não tiveram participação em projetos onde o modelo BIM fosse completo para abranger as etapas de projeto, de construção e de manutenção.

2.2 Eventos técnicos

Para complementar o conhecimento e entender o nível dos problemas enfrentados nas diversas esferas e encontrar similaridades com o alvo da pesquisa, o autor buscou participação em congressos e eventos técnicos sobre o BIM.

Abaixo segue listagem dos eventos:

- BIM Experience | Graphisoft (25,26 e 27 ago. de 2016);
- Autodesk University | Autodesk (13 set. de 2016);
- BIM Leadership Forum | Autodesk (14 set. de 2016);
- BIM International Conference 2016.| BIMMI (29 e 30 set. de 2016);
- 3º Seminário BIM | AsBEA – Benefícios e Resultados concretos da Implantação no Processo BIM. (03 abr. de 2017);
- BIM Think Research Day with Bilal Succar | Unicamp (12 mar. de 2018);
- 2º Workshop Vencedores do Prêmio de Excelência BIM | SindusCon-SP (20 jun. de 2018);
- Workshop BIM | Gafisa (26 jun. de 2018);
- BIM Experience | Graphisoft e AltoQi (30 e 31 ago. de 2018);
- Palestra BIM CEE 134 ABNT | Sinaenco (02 set. de 2018);
- BIM Hour | AX4B (23 jan. de 2019).

A participação nos eventos foi essencial para colocar o autor em contato com as iniciativas mais recentes, seja no campo da academia ou profissional. Algumas das referências bibliográficas se devem às informações obtidas nas apresentações.

2.3 Conscientização

A organização do trabalho dentro do processo BIM deve estar presente para todos os profissionais envolvidos. Quando o trabalho é composto por diferentes disciplinas, tal organização se torna não apenas importante, mas fundamental.

Partindo do princípio de que o conceito BIM propõe uma ampla interação entre os agentes, é necessário o uso de artefatos ordenadores para que esse intercâmbio de informações aconteça de forma eficiente.

Constantemente são disponibilizados diversos documentos para atender esta demanda, porém, em um extremo os documentos são amplamente generalizados, e no outro são particularizados exclusivamente para um único usuário ou empresa. Além disso, ainda não existe nenhuma publicação nacional de caráter prático e com disponibilidade gratuita deste gênero.

O artefato aqui proposto deverá atender a uma classe de problemas, a ser definida nos capítulos posteriores, assegurando ao usuário final simplicidade e a possibilidade de fazer personalizações de acordo com as necessidades particulares do projeto, permitindo a adequação a uma maior variedade de circunstâncias implicadas na situação investigada.

O problema em questão pode ser generalizado para uma determinada classe de escritórios de projetos que adotem o conceito BIM para o desenvolvimento e gerenciamento dos trabalhos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Pretendendo dar suporte ao objeto final do trabalho e preencher possíveis lacunas de conhecimento por parte do autor, a estratégia adotada para a revisão bibliográfica foi configurativa, que possibilita explorar questões abertas ou um tema de forma mais abrangente (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). Procurou-se mapear os principais conceitos a respeito da integração e interoperabilidade, sobre uma ótica de natureza gerencial e tecnológica.

Pela pesquisa estar inserida no campo tecnológico, onde informações se alteram em uma velocidade acelerada, buscou-se sempre que possível, um horizonte de referências contemporâneas. Por se tratar de uma temática relativamente nova, optou-se por não restringir as correntes teóricas a serem pesquisadas. Com relação ao idioma, pela familiaridade do autor, os processos de busca foram limitados ao português e inglês. Para fontes de buscas foram adotadas as bases de dados como Periódicos da Capes, Elsevier, Scielo, Google Acadêmico e outras fontes impressas.

A revisão da literatura iniciou-se com os tópicos básicos sobre os estágios do BIM, uma vez que dentro do cenário nacional nem todos agentes compartilham o mesmo grau de conhecimento. Como parte de um cenário BIM ideal, estudou-se o conceito de contratação colaborativo. Com relação ao campo tecnológico, foram verificadas as principais extensões fundamentais para apoio a interoperabilidade.

Em um segundo momento foi feita a análise de documentos. Foram estudadas as Normas Nacionais e os Guias e Manuais com maior grau de repercussão no cenário BIM nacional. Posteriormente foram analisados manuais práticos de trabalhos.

A análise foi feita considerando os principais temas que poderiam contribuir para o desenvolvimento do projeto. Não existiu a pretensão de aprofundar em todos os campos de estudo, uma vez que estes documentos apresentam conteúdo bastante amplo e envolvem fases que não fazem parte do escopo principal desta pesquisa. Foram priorizadas as seções ligadas diretamente às áreas de desenvolvimento de projeto e seus fluxos de trabalho.

3.1 Integração e interoperabilidade

Pode-se definir a interoperabilidade como uma característica ou capacidade de distintos sistemas funcionarem em conjunto, garantindo a troca de informações de maneira eficiente entre estes.

Para Andrade e Ruschel (2009), o uso do BIM se apoia nos conceitos interoperabilidade e na colaboração entre os agentes da AEC. Desta forma, é importante que a postura dos profissionais se alinhe com maneiras mais colaborativas, reduzindo a fragmentação característica do setor.

Dentro do setor da AEC, faz-se necessário garantir que as informações sejam acessíveis aos diversos agentes que compõem o setor: projetistas, construtores e operadores das edificações. As informações devem ser partilhadas de forma a possibilitar aos profissionais o acesso quando necessário, permitindo a realização dos mais variados tipos de análises.

No processo tradicional de projeto a informação é transferida através do papel, o que em muitos casos, por causa da falta de conectividade de desenhos e atualizações, contribuem para a ocorrência de erros. Dentro do conceito BIM, o Modelo de Informação representa o edifício real, permitindo a inserção de dados necessários para profissionais de distintas áreas de trabalho. A interoperabilidade é estabelecida quando tais dados são transmitidos entre diferentes dispositivos sem comprometer a qualidade da informação.

Partilhando informações, todos os agentes envolvidos podem trabalhar de forma integrada e eficaz, admitindo a modificação ou inserção de novos dados conforme necessário.

Pensando um pouco além do edifício, no contexto de cidades inteligentes e conectadas, existe a necessidade de ferramentas que suportem desenvolvimento e implantação de dispositivos e aplicativos nos futuros sistemas de *Internet of Things* (IoT). A interação com o mundo físico em tempo real, espaços inteligentes, os

sistemas de computação e sistemas IoT futuros precisarão estar conectados a uma base de dados que poderá estar fundamentada sobre um modelo BIM. Neste cenário, a integração e a interoperabilidade se apresentam não apenas como uma necessidade do estado atual, o intercâmbio de informações é imprescindível para o futuro do BIM.

3.2 Estágios do BIM

Os níveis de maturidade BIM da Inglaterra propostos por Mark Bew and Mervyn Richards (2008), foram explorados por diversos autores. Succar (2009), define três estágios de Maturidade BIM. Cada etapa apresenta melhorias evolutivas de processos, tecnologias e políticas. As fases são definidas pela capacidade de uma empresa executar uma tarefa, entregar um serviço ou gerar um produto dentro do conceito BIM.

As etapas BIM são delimitadas pelos requisitos mínimos. Para uma empresa ser considerada pertencente ao estágio 1, precisa ter implantado um software de modelagem baseado em objeto. Para ser considerada estágio 2, precisa fazer parte de um processo colaborativo multidisciplinar baseado no modelo. E para ser considerada estágio 3, necessita usar uma solução baseada em rede para compartilhar os modelos multidisciplinares (SUCCAR, 2009). A Figura 10, ilustra os 3 estágios ressaltando a necessidade continua de melhoria nos campos dos processos, tecnologia e políticas.

Figura 10 – Passos dos estágios do BIM

Fonte: Succar (2009).

O termo Pré-BIM representa o cenário anterior ao da implementação. São geradas algumas visualizações em 3D, porém são desarticuladas e dependentes de documentação 2D. O quantitativo e as especificações não são derivados do modelo virtual e nem vinculados à documentação. As práticas colaborativas não são priorizadas e o fluxo de trabalho é linear e assíncrono.

O BIM Estágio 1 é caracterizado pela modelagem baseada em objetos. Os usuários geram modelos focados em suas respectivas áreas de atuação, não existindo intercâmbios significativos baseados em modelos entre diferentes especialidades. Existe a automatização da geração e coordenação de documentação 2D e visualização em 3D, porém, o intercâmbio de informações é unidirecional e as comunicações continuam sendo assíncronas e isoladas.

No Estágio 2, o processo colaborativo é baseado na troca de modelos, podendo ocorrer dentro de uma ou mais fases do ciclo de vida do projeto. Os intercâmbios permitem a geração de estudos 4D (análise de tempo) e 5D (estimativa de custo). São empregados conceitos de interoperabilidade através do IFC e aparecem as alterações iniciais nos processos contratuais.

O Estágio 3 é baseado na integração de modelos 3D usando uma tecnologia baseada em rede. Os modelos de disciplina única são parte integrante do modelo interdisciplinar resultante. O uso de banco de dados unificados com modelos ricos em dados e informações, possibilita análises interdisciplinares complexas em todas as fases do ciclo de vida do empreendimento. O processo de intercâmbio de dados sincronizados do modelo faz com que as fases do ciclo de vida do projeto se sobreponham. Como o modelo é constantemente alimentado na rede, não existem marcos de entregas formando um processo simultâneo e sem fases.

Publicado em maio de 2011 no Reino Unido, o Relatório Final de Paul Morrell delineou o objetivo principal de reduzir o custo dos projetos de construção do governo em 15-20%. (BRITISH STANDARDS, 2017). Como medida para atender a este objetivo, em

2016 foi anunciado o BIM Mandate, determinando a exigência de maturidade Estágio 2 proposto por Succar (2009) para todos os projetos governamentais no Reino Unido.

Visando auxiliar o cumprimento da meta estabelecida, um trabalho em conjunto entre Governo e Indústria passou a fornecer Normas, Guias, Estudos de Caso e experiências compartilhadas através de um website (BRITISH STANDARDS, 2017).

Tais iniciativas possivelmente irão manter a liderança global do Reino Unido na adoção do processo BIM nos próximos estágios, comprovando que uma parceria entre o setor público e empresas privadas pode produzir transformações significativas para o setor.

3.3 Integrated Project Delivery (IPD)

O termo IPD foi popularizado pelo American Institute of Architects (2007), o conceito é caracterizado por equipes colaborativas, integradas e produtivas. Com base nas contribuições iniciais da experiência individual, essas equipes são orientadas por princípios de confiança, processos transparentes, colaboração, compartilhamento de informações abertas, sucesso da equipe vinculado ao sucesso do projeto, risco e recompensa compartilhados. Tais iniciativas visam otimizar os resultados do projeto, aumentar o valor para o proprietário, reduzir o desperdício e maximizar eficiência em todas as fases de projeto, fabricação e construção.

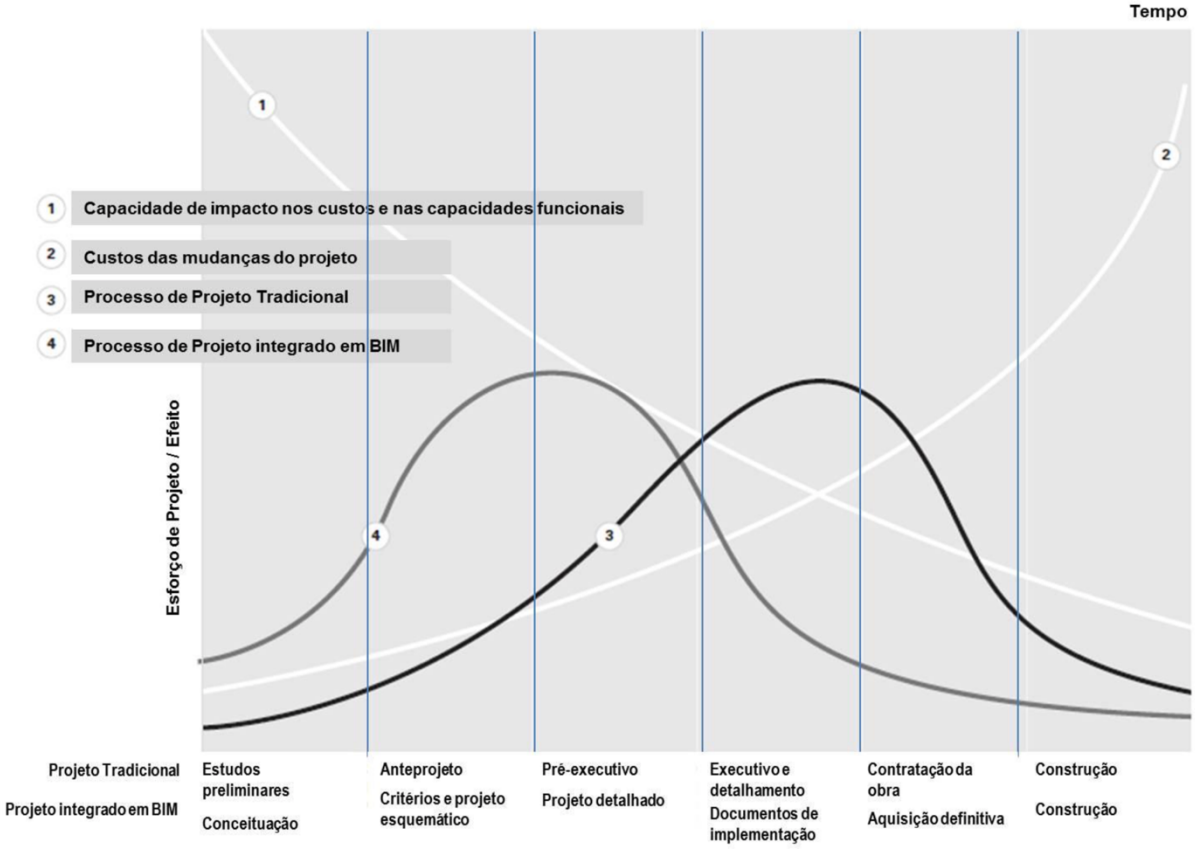
A colaboração baseada em confiança encoraja as partes a se concentrarem nos resultados do projeto e não nos objetivos individuais. O IPD apresenta grande sinergia com o Estágio 3 do processo BIM em termos de trabalho colaborativo. Através de uma evolução contínua de um modelo multidimensional altamente integrado e conectado a múltiplos bancos de dados externos em tempo real.

Para American Institute of Architects (AIA) (2007), o BIM é um dos conceitos mais poderosos que suportam o IPD, pois fornece uma plataforma de colaboração em todo o ciclo de vida do projeto. As plataformas de tecnologias abertas são essenciais para a integração do BIM, promovendo a comunicação em todos os níveis. Protocolos de

intercâmbio de dados interoperáveis estão em desenvolvimento e estão ganhando aceitação cada vez maior no setor AEC.

Na Figura 11, a curva Mac Leamy ilustra a sinergia existente entre o BIM e o IPD, com relações de tempo e esforço. De acordo com Manzione (2013), as terminologias sofreram algumas adaptações para o contexto brasileiro.

Figura 11 – Curva de Mac Leamy, fases adaptadas para o contexto nacional



Fonte: Manzione (2013).

A implantação do BIM e IPD irá mudar as práticas de trabalho e também as relações contratuais entre os agentes. É necessário alto grau de maturidade para chegar a este estágio (MANZIONE, 2013).

3.4 A Building Smart

Em 1993, algumas das principais empresas do setor de construção dos Estados Unidos começaram a discutir maneiras de trazer modernas tecnologias da informação para a indústria, este grupo formou a *Industry Alliance for Interoperability* em 1994.

No ano seguinte demonstraram, pela primeira vez, a interoperabilidade ao público na AEC Systems Show em Atlanta. A Aliança tornou-se uma organização pública, aberta a qualquer membro da indústria no ano de 1996, quando seu nome foi alterado para a *International Alliance for Interoperability* (IAI) passando a promover o *Industry Foundation Classes* (IFC), que será explicado no próximo tópico (BAZJANAC; CRAWLEY, 1997). Em 2005, a instituição foi renomeada para o seu nome atual, buildingSMART.

Os esforços da buildingSMART são focados no compartilhamento de informações ao longo do ciclo de vida do ambiente construído entre todos os participantes, independentemente do aplicativo de software que estejam usando (BUILDINGSMART, 2017).

3.5 Industry Foundation Classes (IFC)

Um dos principais conceitos do portfólio da buildingSMART é o IFC. Esta extensão baseia-se em um esquema conceitual de dados, sendo um padrão aberto que permite a troca de informações relevantes entre diferentes sistemas. A buildingSMART trabalha para tornar o IFC o padrão universal do mercado AEC.

A extensão IFC é pública e neutra. Diante de todas as versões lançadas, existe a perspectiva de evolução contínua ao longo do tempo. Publicado em Julho de 2016, o IFC4 é versão mais atual. Na Figura 12, pode-se observar um trecho da descrição de um modelo IFC aberto em um editor de texto.

Figura 12 – Esquema arquivo IFC aberto em editor de texto

```
arquitetura.ifc
#1053260= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#1053257));
#1053263= IFCDOOR('1RWid6PTirHwyLPQ_Q4aCn',#12,'DOO - 007',$,$,#1044245,#1053260,'5B82C9C6-65DB-3547-
AF15-65AF9A124331',2300.,4130.);
#1053266= IFCRELFILLSELEMENT('3hh86ASVzcA304gjb2Ej65',#12,$,$,#1044225,#1053263);
#1053271= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('FireRating',$,IFCLABEL(''),$);
#1053272= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('AcousticRating',$,IFCLABEL(''),$);
#1053273= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ThermalTransmittance',$,IFCTHERMALTRANSMITTANCEMEASURE(0.),$);
#1053274= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('GlazingAreaFraction',$,IFCPOSITIVERATIOMEASURE(7.884),$);
#1053275= IFCPROPERTYSET('0bgbAVXujnY$xQywyeaWil',#12,'Pset_DoorCommon',$,(#1053271,#1053272,#1053273,#1053274));
#1053277= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3VwHWwpu2n4YXcL71L46db',#12,$,$,(#1053263),#1053275);
#1053281= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('FireResistanceRating',$,IFCLABEL(''),$);
#1053282= IFCPROPERTYSET('0t6cy5fWSDyteNIVPY4lPA',#12,'Pset_FireRatingProperties',$,(#1053281));
#1053284= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3gPvQZap5GnKxe42yJCFWy',#12,$,$,(#1053263),#1053282);
#1053287= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('SerialNumber',$,IFCIDENTIFIER(''),$);
#1053288= IFCPROPERTYSET('3HdMVu_ih_hnU0YFLtEaw2',#12,'Pset_ManufacturerOccurrence',$,(#1053287));
#1053290= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('2VByc2xVQFE_V$ZFNHdPpC',#12,$,$,(#1053263),#1053288);
#1053293= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Manufacturer',$,IFCLABEL(''),$);
#1053294= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ProductionYear',$,IFCLABEL(''),$);
#1053295= IFCPROPERTYSET('2fG2RAzNaE6kV20N0A1p7B',#12,'Pset_ManufacturerTypeInformation',$,(#1053293,#1053294));
#1053297= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('1GjAUBUvlsdaUN4wilsI1b',#12,$,$,(#1053263),#1053295);
#1053300= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Renovation Status',$,IFCLABEL('Existing'),$);
#1053301= IFCPROPERTYSET('2arpspdyyylpscTYa5Omt6',#12,'AC_Pset_RenovationAndPhasing',$,(#1053300));
#1053303= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('0d2$ov1D4AQl_me1vpDoKz',#12,$,$,(#1053263),#1053301);
#1053306= IFCDIRECTION((1.,0.,0.));
#1053308= IFCDIRECTION((0.,0.,1.));
#1053310= IFCCARTESIANPOINT((3814.75631284,29849.9999919,150.));
#1053312= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#1053310,#1053308,#1053306);
#1053313= IFCLOCALPLACEMENT(#378,#1053312);
#1053314= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));
#1053316= IFCCARTESIANPOINT((-2999.99989822,0.));
#1053318= IFCCARTESIANPOINT((-2999.99989822,-1950.00001346));
#1053320= IFCCARTESIANPOINT((-4799.9999009,-1950.00001346));
#1053322= IFCCARTESIANPOINT((-4799.9999009,-150.000010778));
#1053324= IFCCARTESIANPOINT((-5299.99991572,-150.000010778));
#1053326= IFCCARTESIANPOINT((-5299.99991572,-3999.99999188));
#1053328= IFCCARTESIANPOINT((0.,-3999.99999188));
#1053330= IFCPOLYLINE((#1053314,#1053316,#1053318,#1053320,#1053322,#1053324,#1053326,#1053328,#1053314));
```

Fonte: Autor.

Como os diversos agentes da AEC possuem necessidades diferentes em níveis de informação e representação, o IFC foi projetado para adaptar-se a diferentes tipos de configurações e níveis de detalhes.

Em 2007 foi criado o *Model View Definition* (MVD), que define subconjuntos do esquema IFC definindo a forma como modelo será visualizado, sendo adotado para implementação nos softwares BIM. O MVD funciona como um filtro de informações, limitando quais dados são necessários para um uso específico atendendo a determinada necessidade de troca (CORRÊA; SANTOS, 2014).

Os MVD são publicados pela buildingSMART usando o formato neutro mvdXML, permitindo expandir os conceitos de MVD genéricos para atender casos específicos (BUILDINGSMART, 2017).

Os MVDs oficiais atualmente presentes para a versão IFC4 são *Reference View* e *Design Transfer View*.

O objetivo principal do IFC *Reference View* é usar o modelo de informações como referência, onde a troca é principalmente unidirecional. As modificações dos dados

BIM deverão ser solicitadas ao autor original do modelo. A propriedade intelectual sobre o modelo permanece com o autor. O modelo *Reference View* pode ser usado para planejamento de coordenação (combinando diferentes modelos de IFC específicos de disciplina para verificação visual), detecção de conflitos, apresentação visual, referência como um modelo vinculado para outra disciplina, simulação de construção, entre outros.

Já a finalidade básica do IFC *Design Transfer View* é fornecer informações com suporte para edição de elementos. O modelo BIM pode ser compartilhado e a propriedade intelectual pode ser transferida. Pode ser aplicado no planejamento e coordenação de projetos, integrando e editando os espaços de um modelo IFC arquitetônico para de outras especialidades ou para transferir o modelo completo com finalidade de registro documental.

3.6 BIM Collaboration Format (BCF)

O *BIM Collaboration Format* (BCF) é um formato de arquivo utilizado para otimizar a comunicação no processo BIM. Trata-se de um padrão aberto não proprietário proposto pela buildingSMART como maneira de criar um fluxo de trabalho para permitir a comunicação eficiente de erros ou questões de projeto dentro do processo BIM entre diferentes softwares.

Anteriormente ao BCF, os usuários que queriam trocar questões como propostas ou solicitações de mudança dentro do ambiente BIM, tinham que trocar todo o modelo BIM com comentários. O receptor então comparava diferentes versões do modelo para filtrar os dados necessários e solicitações recebidas.

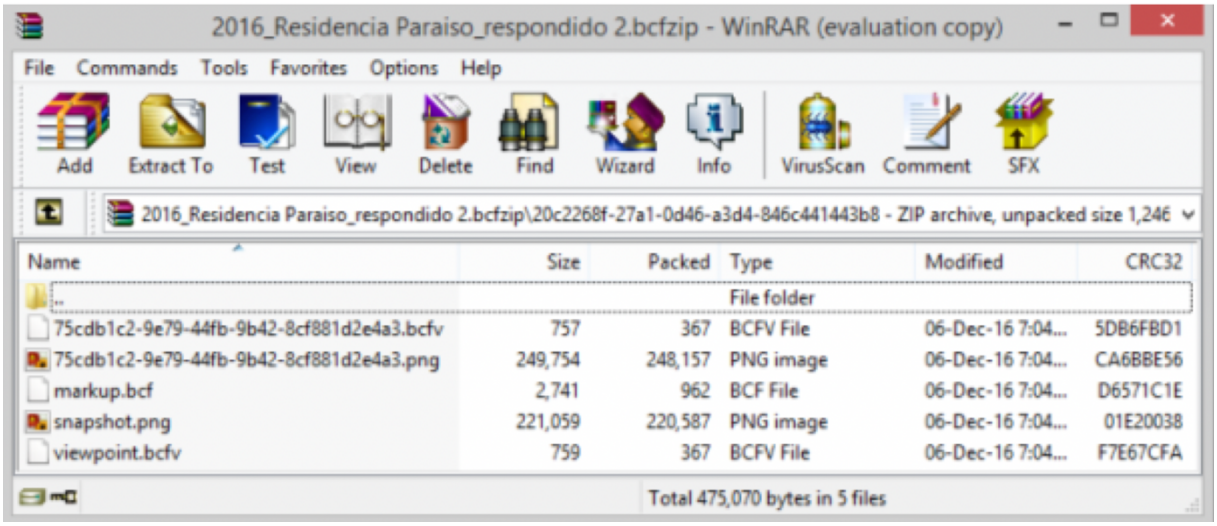
Em 2010, Tekla e Solibri apresentaram um esquema *eXtensible Markup Language* (XML) de arquivo aberto, chamado "bcfXML v1", para codificar mensagens dentro do ambiente BIM. Foi possível compartilhar apenas os tópicos em questão, não existindo a necessidade de compartilhar o modelo por completo (BUILDINGSMART, 2017).

Conforme Stangeland (2011), o BCF é um arquivo de formato aberto que introduz a capacidade de conectar informações a modelos BIM, separando a parte de comunicação da parte de modelagem.

Embasado nessas experiências, em 2013 foi criada uma força-tarefa liderada pela Solibri para aprimorar bcfXML v1. Em 2014, dando continuação ao trabalho, a força-tarefa do BCF desenvolveu o BCF-webservice bcf *Application Programming Interface* (API).

O formato do BCF é compactado, ilustrado na Figura 13, onde cada tópico adicionado gera uma pasta cujo nome é um *Globally Unique Identifier* (GUID) – um identificador único e global utilizado em aplicações de software como referência única - da entidade analisada (BuildingSMART, 2016). Adicionalmente, cada questão também pode receber em anexo imagens de câmera, *viewports* ou mesmo imagens instantâneas de como o problema foi visualizado nos softwares secundários (STANGELAND, 2011).

Figura 13 – Arquivo BCF aberto no WinRAR

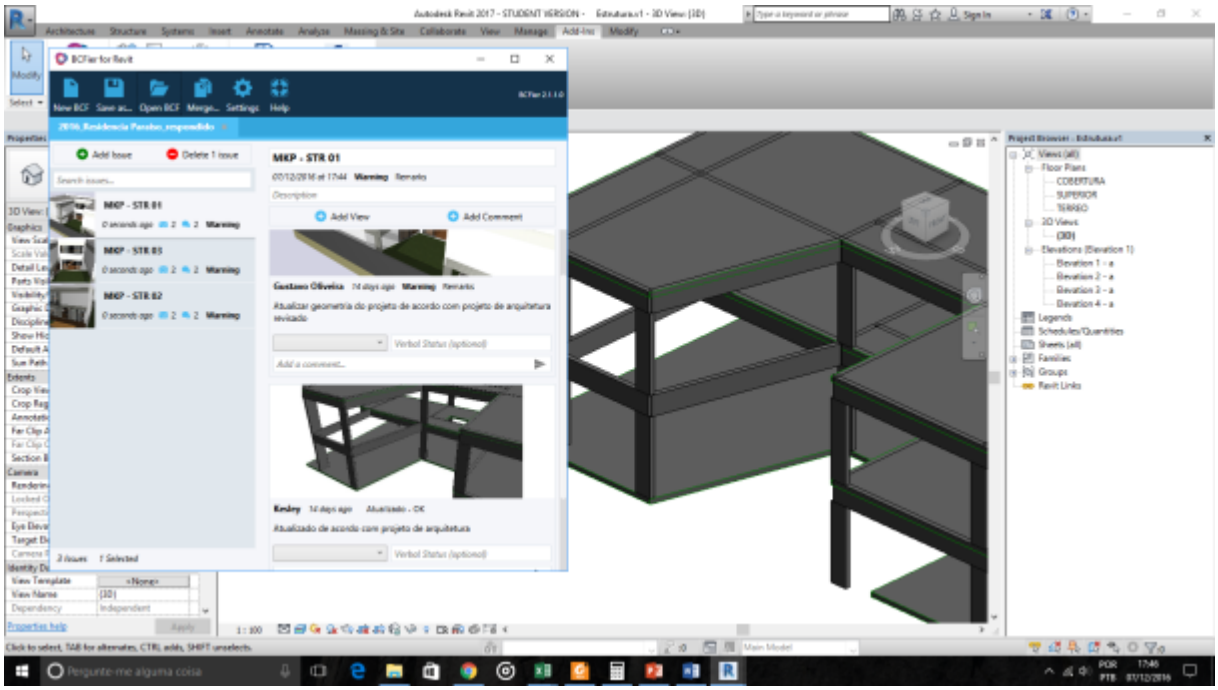


Fonte: Autor.

Para Treldal et al. (2016), o objetivo principal do BCF é a velocidade da troca de informação, por meio de um arquivo XML que contém comentários, imagens, viewports e dados complementares, não havendo a necessidade de encaminhar todo o modelo BIM durante a comunicação.

De acordo com Oliveira et al. (2017), o uso do BCF fornece um método de trabalho simplificado. É viável e maduro, independentemente do software utilizado, apresenta resultados satisfatórios no requisito comunicação (Figura 14). Destacam-se como principais benefícios do BCF, a otimização dos fluxos de trabalho no processo de projeto, a melhora na comunicação entre os agentes envolvidos, o aumento da produtividade com a utilização do BIM e a economia de espaço no servidor ou na rede.

Figura 14 – BCF aberto no Revit com auxílio do plugin BCFier



Fonte: Autor.

Lançadas em 2017, "bcfXML v2.1" e "bcfAPI v2.1" são as versões mais recentes adotadas pelo buildingSMART.

3.7 BIM Execution Plan (BEP)

O BIM Execution Plan ou Plano de Execução BIM trata-se de um documento prático de trabalho que determina os elementos que serão gerenciados e documentados, os métodos e procedimentos que serão usados para fornecer as informações determinadas pelo contratante.

O documento define uma estrutura básica para garantir planejamento do processo de projeto, minimizando erros, retrabalho e redundâncias no fluxo de informações baseadas na logística colaborativa característica do processo BIM. De acordo com o BIM Dictionary (2017), um BEP esclarece os papéis e suas responsabilidades, padrões a serem aplicados e procedimentos a serem seguidos.

Como referências para esses manuais práticos, foram analisados documentos de empresas nacionais e internacionais, visando identificar os aspectos estruturais de forma mais abrangente.

Foram avaliados oito documentos: quatro manuais internacionais, três produzidos por universidades e um de um escritório de arquitetura americano de grande porte. Também foram aferidos quatro documentos nacionais: dois oriundos de empresas construtoras, um de uma empresa incorporadora e construtora e um documento desenvolvido por uma empresa especializada em gerenciamento BIM. Todas as empresas do contexto nacional atuam no setor privado.

Foram desenvolvidos dois quadros comparativos dos documentos analisados, Quadros 3 e 4. Para os casos onde os documentos não estão disponíveis para download público, optou-se em não expor a procedência dos documentos para manter o anonimato das empresas e contexto abordado.

Quadro 3 – Estrutura dos BEPs internacionais analisados

PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY	**MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY**	**UNIVERSITY OF CAMBRIDGE**	**ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA AMERICANO**
BIM PROJECT EXECUTION PLAN	**BIM EXECUTION PLAN V6.0 MIT DESIGN STANDARD**	**BIM PROJECT EXECUTION PLAN UNIVERSITY OF CAMBRIDGE**	**BIM PROJECT EXECUTION PLAN**
A - VISÃO GERAL DO BEP	**1 - VISÃO GERAL DO BEP**	1 – PROPÓSITO DO DOCUMENTO	FINALIDADE DO PROJETO
B - INFORMAÇÕES DO PROJETO	**2 - INFORMAÇÃO DO PROJETO**	2 – INTRODUÇÃO	EQUIPE BIM
C - CONTATOS-CHAVE DO PROJETO	**3 - CONTATOS CHAVE DO PROJETO**	3 - VISÃO GERAL DO PROJETO E OBJETIVOS	FUNÇÃO DA COORDENAÇÃO BIM
D - OBJETIVOS DO PROJETO / USO DO BIM	**4 - OBJETIVOS DO PROJETO / USOS DO BIM**	4 - REQUISITOS BIM E PROCESSOS	CONTROLE DE QUALIDADE
E - REGRAS ORGANIZACIONAIS / PESSOAS	4.1 - OBJETIVOS / OBJETIVOS PRINCIPAIS DO BIM	5 – PROGRAMA DO PROJETO	SOFTWARES SELECIONADOS
F - PROCESSO PROJETO BIM	4.2 – USOS DO BIM	6 – EQUIPE DO PROJETO E RESPONSABILIDADES	ORIGEM DO MODELO (ESTABELECER SISTEMA DE COORDENADAS)
G - INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES BIM	4.3 - BIM PLANILHA DE ANÁLISE	7 - PRODUTOS DE ENTREGA	NOMENCLATURA
H - REQUISITOS DE DADOS DE BIM E FACILITY	**5 - REGRAS ORGANIZACIONAIS / PESSOAS**	8 - COLABORAÇÃO	WORKSETS
I - PROCEDIMENTOS DE COLABORAÇÃO	**6 - DIAGRAMA DE PROCESSO DE TRANSIÇÃO MODELO**	9 - MÉTODOS PADRÕES E PROCEDIMENTOS	DIAGRAMA DE LINKS DO MODELO
J - CONTROLE DE QUALIDADE	6.1 - DIAGRAMA DE VISÃO GERAL	10 - FECHAMENTO DO PROJETO	GESTÃO DE FOLHAS
K - REQUISITOS DE INFRA-ESTRUTURA TECNOLÓGICA	**7 - INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES BIM**	11 - ABREVIAÇÕES E GLOSSARIO DE TERMOS	INFORMAÇÕES / TROCA DE ARQUIVOS
L - ESTRUTURA DO MODELO	7.1 - LISTA DE FOLHAS DE TRABALHO DE INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES		NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO DO MODELO
M - ENTREGAVEIS DE PROJETO	7.2 - FOLHA DE TRABALHO DE DEFINIÇÃO MODELO	APÊNDICE A - TABELA DE ENTREGA DA PRODUÇÃO DE MODELOS	DEFINIÇÃO DE TERMOS
N - ESTRATÉGIA DE ENTREGA / CONTRATO	**8 - REQUISITOS DE DADOS BIM E FACILITY**	APÊNDICE B - DATAS DE ENTREGAS	REGISTOR DE REVISÕES
O - ANEXOS	**9 - PROCEDIMENTOS DE COLABORAÇÃO**	APÊNDICE C - DIRETÓRIO DE PROJETO	PAGINA DE ASSINATURAS
	9.1 - ESTRATÉGIA DE COLABORAÇÃO	APÊNDICE D - FUNÇÕES E RESPONSABILIDADES	ANEXO A: - PROTOCOLO DETECÇÃO DE CONFLITOS
	9.2 - PROCEDIMENTOS DE REUNIÃO	APÊNDICE E - CDE ESTRUTURA DA PASTA	
	9.3 - CALENDÁRIO DE ENTREGA DO MODELO DE INFORMAÇÕESPARA APRESENTAÇÃO E APROVAÇÃO	APÊNDICE F - CRONOGRAMA DE INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES	
	9.4 - TRABALHO INTERATIVO	APÊNDICE G - TERMOS DE REFERÊNCIA PARA REUNIÕES	
	9.5 - PROCEDIMENTOS DE COMUNICAÇÃO ELETRÔNICA	APÊNDICE H - PROCEDIMENTOS DE CONTROLE DE QUALIDADE	
	10 - CONTROLE DE QUALIDADE		
	10.1 - ESTRATÉGIA GLOBAL PARA CONTROLE DE QUALIDADE / CONTROLE DE QUALIDADE		
	10.2 - PRECISÃO E TOLERÂNCIAS DO MODELO		
	11 - REQUISITOS DE INFRA-ESTRUTURA TECNOLÓGICA		
	11.1 - SOFTWARE		
	11.2 - COMPUTADORES / HARDWARE		
	11.3 - MODELAGEM DE CONTEUDO E INFORMAÇÕES DE REFERÊNCIA		
	12 - ESTRUTURA DO MODELO		
	12.1 - ESTRUTURA DE NOMENCLATURA DE ARQUIVOS		
	12.2 - ESTRUTURA DO MODELO		
	12.3 - EXCLUSÕES		
	12.4 - CATEGORIAS DE OBJETO DE REVISÃO		
	12.5 - UNIDADES DE MEDIDAS E COORDENAÇÃO		
	12.6 - PADRÕES BIM E CAD		
	13 - ENTREGÁVEIS DE PROJETO		
	14 - ESTRATÉGIA DE ENTREGA / CONTRATO		
	14.1 - ESTRATÉGIA DE ENTREGA E CONTRATANTE PARA O PROJETO		
	14.2 - PROCEDIMENTO DE SELECÇÃO DE EQUIPE		
	14.3 - PROCEDIMENTO CONTRATANTE BIM		
	A – OBJETIVO BIM E USO FOLHA DE TRABALHO		
	B - DIAGRAMA DE PROCESSO DE TRANSIÇÃO MODELO		
	C - INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES E FOLHA DE TRABALHO		
	D - FOLHA DE TRABALHO DE DEFINIÇÃO DE MODELO		

Fonte: Autor.

Quadro 4 – Estrutura dos BEPs nacionais analisados

EMPRESA 1 - GERENCIADORA BIM MANUAL DE MODELAGEM BIM	EMPRESA 2 - CONSTRUTORA PLANO DE EXECUÇÃO BIM	EMPRESA 3 - CONSTRUTORA BIM EXECUTION PLAN	EMPRESA 4 – INCORPORADORA E CONSTRUTORA PLANO DE EXECUÇÃO BIM
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	**1 - INTRODUÇÃO**	**1 - DEFINIÇÕES**	**1 - APRESENTAÇÃO DO PLANO PRELIMINAR DE EXECUÇÃO BIM**
	1.1 - OBJETIVO	1.1 - INTEGRIDADE E DUPLICAÇÃO DE ELEMENTOS	**2 - DEFINIÇÃO E APLICAÇÃO DO BIM**
1 - INTRODUÇÃO	1.2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	**2 - PADRÕES DE NOMENCLATURA**	**3 - DEFINIÇÃO DO NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO – LOD**
1.1 - ESCOPO	1.3 - INFORMAÇÕES GERAIS DA OBRA	2.1 - NOMENCLATURA DE ARQUIVOS DE MODELOS BIM	**4 - FLUXO DE TRABALHO EM PROJETOS BIM**
1.2 - FORA DO ESCOPO	1.4 - REFERÊNCIAS	2.2 - NOMENCLATURA E PADRÕES E AMBIENTE DE PROJETO	**5 - DADOS GERAIS DO PROJETO E EQUIPES**
2 - FLUXO DE TRABALHO	1.5 - DEFINIÇÕES E PREMISSAS	**3 - DIRETRIZES PARA LOCAÇÃO (X, Y, Z) E COORDENADAS DE PROJETO**	5.1 - DESCRIÇÃO DO PROJETO
3 - REQUISITOS GERAIS	**2 - OBJETIVO E USOS DO BIM NO PROJETO**	3.1 - SISTEMAS E UNIDADES E COORDENADAS DOS PROJETOS	5.2 - DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS COM PROJETO BIM
3.1 - REQUISITOS BÁSICOS BIM.	2.1 - OBJETIVO DO BIM NO PROJETO	**4 - DEFINIÇÕES E PROCESSOS PARA COORDENADAS COMPARTILHADAS**	5.3 - DESCRIÇÃO REFERENTE AO USO DO MODELO BIM
4 - REQUISITOS ESPECÍFICOS	2.2 - USOS DO BIM NO PROJETO	**5 - ORGANIZAÇÃO E CONTEÚDO DOS MODELOS**	5.4 - EQUIPE DO PROJETO
5 - FERRAMENTAS BIM	**3 - CRONOGRAMA DO PROJETO**	5.1 - CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTO DO MODELO	5.5 - GERENTES DE MODELO
6 - ANÁLISES A SEREM APLICADAS NOS MODELOS BIM	**4 - PROCEDIMENTOS DE COLABORAÇÃO**	5.2 - MODELO RVT E VISTAS DE PROJETO	5.6 - FERRAMENTAS DE PROJETO E MODELAGEM BIM
6.1 - VALIDAÇÃO DOS MODELOS	4.1 - UNIDADES DE MODELAGEM, COORDENADAS COMPARTILHADAS, EIXOS E NÍVEIS DE PROJETO	5.3 - DOCUMENTOS PARA OBRA	5.7 - FASES/ETAPAS DO PROJETO
6.2 - VERIFICAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS ENTRE OS MODELOS	4.2 - SUB DIVISÃO DO MODELO / DADOS	5.4 - RELATÓRIO DE COLISÕES (INTERFERÊNCIA ENTRE DISCIPLINAS)	**6 - DIRETRIZES PARA MODELAGEM BIM DO PROJETO**
7 - BOAS PRÁTICAS PARA MODELAGEM BIM ESTIPULADAS PELA DOX	4.3 - PROCEDIMENTO PARA INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES NO PROJETO	5.5 - DEFINIÇÕES DE MODELAGEM	6.1 - CAPA DE ABERTURA
7.1 - ANTES DE INICIAR A MODELAGEM	4.4 - SOFTWARES UTILIZADOS	5.6 - CONCEITO DE PISO PARA ESTRUTURA E ARQUITETURA	6.2 - DIRETRIZES GERAIS
7.2 - COMO DESENVOLVER UM BOM MODELO	4.5 - CÁLCULO DE ÁREAS OU QUANTITATIVOS	5.7 - LOD	6.3 - SISTEMA DE COORDENADAS
7.3 - ERROS COMUNS DE MODELAGEM	**5 - CONTROLE DA QUALIDADE DO MODELO**	5.8 - PERIODICIDADE DE ENTREGA DE MODELOS	6.1 -PARÂMETROS
8 - SUBPRODUTOS DOS MODELOS A SEREM ENTREGUES	5.1 - CHECAGEM VISUAL	**6 - CONCLUSÃO**	6.2 - MODELAGEM
	5.2 - CHECAGEM DE INTERFERÊNCIA		6.3 - CHECKLIST DO MODELO PARA COLABORAÇÃO BIM
	5.3 - VALIDAÇÃO DOS ELEMENTOS		**7 - PROCESSO E ESTRATÉGIA BIM**
	5.4 - CHECAGEM DO PADRÃO		7.1 - NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO (LOD) E ENTREGÁVEIS
	6 - ENTREGÁVEIS DO PROJETO		7.2 - FORMATOS DE ENTREGA PARA INTEROPERABILIDADE
			7.3 - NOMENCLATURAS DE ARQUIVOS
			8 - DEFINIÇÃO DO SISTEMA PARA GESTÃO ELETRÔNICA DOS MODELOS DIGITAIS
			8.1 – INFORMAÇÕES NO AUTODOC
			9 COLABORAÇÃO E COMUNICAÇÃO
			10 - REQUISITOS PARA TROCA DE MODELOS ATRAVÉS DE ARQUIVOS IFC
			10.1 - ARQUIVOS IFC A PARTIR DO ARCHICAD
			10.2 - ARQUIVOS TQR A PARTIR DO TQS
			10.3 - VALIDAÇÃO DO ARQUIVO IFC POR PARTE DO PROJETISTA
			11 - VALIDAÇÃO DE MODELOS IFC / TQR E REVIT
			12 - CONTROLE DEQUALIDADE

Fonte: Autor.

Constatou-se que dentro dos documentos levantados, o mais completo e referenciado dentro neste segmento é o BIM Project Execution Plan criado a partir do projeto buildingSMART alliance (bSa), desenvolvido Computer Integrated Construction Research Group, um grupo de pesquisa da Pennsylvania State University (PSU). Os demais documentos são posteriores e utilizaram a proposta da PSU como material de embasamento.

O BEP desenvolvido pela PSU contém uma grande riqueza de informações e abrange todas as fases do ciclo de vida da construção, planejamento, projeto, construção e operação. O template apresentado consiste em quinze seções básicas, sendo que para cada uma delas, existe um documento explicativo sobre o conteúdo.

Devido à sua capacidade de abrangência, a complexidade do material é ampla, sendo exposto uma série de documentos em anexo para completá-lo, como arquivos de texto, tabelas e fluxos de processos. Por ser um trabalho muito extenso e fragmentado, requer um certo nível de entendimento, podendo não ser a melhor alternativa para o novo usuário ingressante no universo BIM.

Identificou-se que alguns itens que compõem a estrutura dos documentos apresentam homogeneidade em todas as propostas. Itens fixos como dados de projeto e padrões de nomenclatura estão presentes em todos documentos. Os subcapítulos que apresentam maior diversidade estão relacionados ao processo colaborativo e fluxos de trabalho.

Observou-se ainda que, em alguns casos, a opção de trabalho dentro de softwares específicos e, consequentemente, os fluxos de trabalhos de trabalho foram direcionados para uma ou outra plataforma.

Alguns documentos apresentam extenso conteúdo introdutório, exibindo uma vertente mais explicativa do que um documento de trabalho.

Nos documentos nacionais, foi identificado em algumas circunstâncias, um esforço para inclusão das fases de projetos nacionais (Estudo de Viabilidade, Estudo Preliminar, Anteprojeto e Projeto Executivo), que são etapas de trabalho já consolidadas e presentes em nosso contexto, inclusive nos termos contratuais.

3.8 Guias e manuais

Neste subcapítulo serão apresentados os principais guias e manuais nacionais publicados nos últimos anos. Em virtude da quantidade de publicações dos últimos anos, optou-se por analisar os que tiveram maior repercussão no cenário BIM, classificando estes como os mais relevantes para o desenvolvimento da pesquisa. Os documentos serão expostos em ordem cronológica de sua publicação.

3.8.1 Guias Asbea Boas práticas em BIM

Visando oferecer acesso a novas informações e ferramentas à comunidade de arquitetos, a Associação Brasileiras dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA), publicou em 2013 e 2015 respectivamente, dois fascículos do Guia Asbea Boas Práticas em BIM.

O fascículo I, Estruturação do escritório de projeto para a implantação do BIM, apresenta um conteúdo basicamente voltando para escritórios que estão no processo de implementação BIM. O guia pode ser considerado dividido em três capítulos principais: Organização e estruturação dos escritórios, Processos e Produtos.

O primeiro capítulo orienta com relação às metas das empresas e questões estruturais, espacial, hardware e equipes. Os dois últimos, discorrem superficialmente sobre padronização de arquivos, nomenclaturas e sobre algumas possibilidades de entregáveis.

O fascículo II, Fluxo de Projetos em BIM: Planejamento e Execução, abrange o processo de trabalho colaborativo e expõe a relação do arquiteto com os demais projetistas.

São explicitados no guia os itens presentes no BIM Execution Plan da PSU. No capítulo Mapeamento do processo e cronograma de atividades, é feita uma conexão direta entre as fases de projeto e nível de desenvolvimento dos modelos.

3.8.2 Coletânea Implementação do BIM CBIC

Com o objetivo de disseminar o BIM como instrumento para aumentar a produtividade e competitividade das construtoras e incorporadoras, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) publicou em 2016 a coletânea composta por seis volumes. O conteúdo da coletânea abrange os usos mais frequentes dos fluxos BIM para todo o ciclo de vida do segmento de edificações. O teor das informações é bastante completo dentro proposito designado.

No Volume 1 são introduzidos os fundamentos do BIM. É esclarecido a definição do termo BIM, suas principais funcionalidades e benefícios, os principais usos no Brasil e também é exemplificado o conceito de Nível de desenvolvimento.

O segundo Volume é reservado para o conteúdo relativo à implementação do BIM. São apresentados os principais percalços a serem enfrentados. Também são exibidos os principais passos de um planejamento para uma implementação bem sucedida. São postos termos como definição dos objetivos corporativos, equipes, papéis, responsabilidades, mapeamento de processos, infraestrutura tecnológica, requisitos para contratação e controle de qualidade.

O Volume 3 é constituído pelas temáticas de trabalho colaborativo e integração. São apresentados conceitos de classificação das informações e interoperabilidade. É elucidada a importância de um template e são exibidos os principais softwares BIM presentes no mercado.

No Volume 4 são representados os fluxos de trabalho realizados com a utilização do BIM. É feito um paralelo com o esquema adotado no CAD 2D. Além disso, são ilustrados uma série de fluxogramas exemplificando processos, responsáveis e prazos de acordo com o uso do BIM e fase de projeto.

O quinto e último Volume é dedicado aos diversos formatos de contratação. São expostas algumas modalidades de contrato e subitens a serem considerados como

caracterização dos entregáveis, direitos autorais, usos autorizados e critérios para avaliação e controle de qualidade dos modelos.

A coletânea é complementada com um volume extra que apresenta motivos para evoluir para o BIM. Também expõe um compilado de tecnologias que operam em conjunto com o BIM e promovem maior consistência de informações no processo.

3.8.3 Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC

Resultado de uma parceria entre o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) foi publicada em 2017, a Coletânea Guias BIM ABDI – MDIC. A construção do documento também contou com intensa colaboração de especialistas acadêmicos, gestores públicos e profissionais do setor privado.

Distribuída em seis volumes, a coleção tem como finalidade principal disponibilizar diretrizes necessárias para orientar e impulsionar o processo de projetos em BIM no Brasil.

O primeiro guia apresenta uma visão geral dos principais conceitos relativos ao processo de projeto BIM, introduzindo termos como interoperabilidade, processo colaborativo, documentação e componentes. Além disso, expõe as principais normas nacionais que podem ter uma interface automatizada dentro do processo BIM. Por ser o guia introdutório, é recomendado para todos os agentes atuantes na construção civil, independente da sua fase de atuação.

O Guia 2 é reservado para a classificação das informações no BIM e apresenta a norma Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 15965 – Sistema de Classificação da Informação da Construção. É esclarecida a importância do emprego da normativa e são exibidos alguns exemplos práticos de sua aplicação.

No terceiro guia, estão presentes os conceitos de quantificação, orçamento e planejamento. São explanados os meios para o levantamento quantitativo em

diferentes etapas de projeto dentro do processo BIM. Ainda é exemplificado através de alguns métodos, softwares e plug-ins meios para automatização de procedimentos por meio dos modelos BIM.

O Guia 4 aborda a Contratação e elaboração de projetos BIM, disponibiliza e explica a proposta de um plano de Execução BIM e descritivo de escopo de trabalho para contratação. São evidenciados alguns modelos de contratação e explanados quais os mais adequados para o ambiente BIM. Também são expostos alguns meios para remuneração de serviços em BIM balizados através dos usos autorizados e direitos autorais dos modelos.

O Guia 5 abrange a área de avaliação e desempenho energético em projetos BIM, apresentando diretrizes brasileiras para simulação e órgão certificadores. São ilustrados modelos comparativos entre modelos direcionados para a simulação e modelos BIM. É destacada a importância do nível de desenvolvimento adequado e o uso da interoperabilidade, também são apresentados alguns softwares e ferramentas para esta finalidade.

Por fim, o sexto e último guia compreende a implantação de processo BIM para empresas desenvolvedoras ou contratantes de projetos de edificações. Fundamenta-se na tríade proposta por Succar (2009) para a implementação BIM: tecnologia, pessoas e processos. Sugere-se inicialmente um diagnóstico das organizações para posteriormente traçar uma estratégia de implementação com metas, prazos e processos. São ilustrados diversos documentos para auxiliar na implementação.

A coletânea é acompanhada de um anexo, contendo a proposta de um Plano de Execução BIM e um conjunto de planilhas e fluxogramas disponibilizados em formatos digitais editáveis conforme descritos no Guia 4.

Pela abrangência e qualidade das informações apresentas, juntamente ao fato de ter sido publicada por um órgão oficial do governo, considera-se atualmente a coletânea o documento de maior credibilidade originado no Brasil.

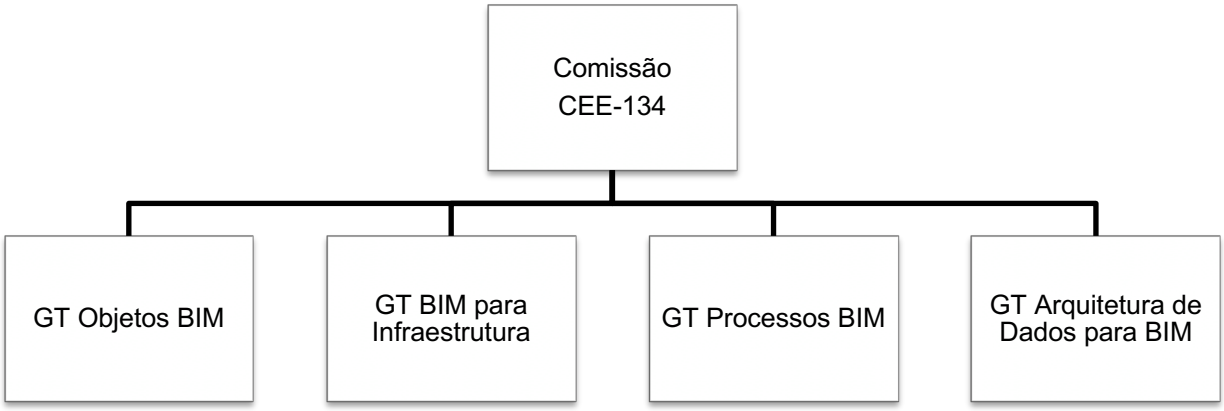
3.9 Normalizações brasileiras

Por ação do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), em 2009 foi instituída a Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção (CEE-134), para a qual foi delegada o desenvolvimento de normas técnicas sobre BIM (CATELANI; SANTOS, 2016).

De acordo com ABNT/CEE-134 (2009), o escopo de trabalho da comissão consiste na normalização referente à modelagem BIM, inclusive sistemas de classificação de elementos e componentes da construção.

As normas brasileiras publicadas e em desenvolvimento visam organizar os aspectos chave para a adoção do BIM no país. Atualmente, conforme ilustrado na Figura 15, a CEE-134 é dividida em quatro Grupos de Trabalho (GT), onde cada grupo é responsável pelas diretrizes conforme os propósitos de sua área de atuação.

Figura 15 – Fluxograma estrutura organizacional CEE-134



Fonte: Autor.

Os GTs são responsáveis por realizar estudos, estabelecer escopos e prazos, propor normas e auxiliar a comissão. A comissão acompanha o andamento dos trabalhos dos GTs, avalia sua pertinência, sugere revisões e coloca pautas em votação na ausência de consenso comum entre os membros.

A participação nas reuniões de Comissões de Estudo da ABNT e seus respectivos Grupos de trabalho é voluntária e aberta a qualquer interessado.

A CEE-134 foi responsável pelas Normas BIM que hoje estão publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Consultando o website do instituto e realizando uma busca pelos termos Modelagem da Informação da Construção e Building Information Modeling, encontra-se um retorno de 8 resultados de normas ABNT. O Quadro 5, apresenta os resultados encontrados.

Quadro 5 – Normas publicadas na ABNT relacionadas ao BIM

Número	Título	Data Publicação
ABNT NBR 15965-1:2011	Sistema de classificação da informação da construção – Parte 1 Terminologia e estrutura	14.07.2011
ABNT NBR 15965-2:2012	Sistema de classificação da informação da construção – Parte 2: Características dos objetos da construção	10.07.2012
ABNT NBR 15965-3:2014	Sistema de classificação da informação da construção – Parte 3: Processos da construção	16.12.2014
ABNT NBR 15965-7:2015	Sistema de classificação da informação da construção - Parte 7: Informação da Construção	01.12.2015
ABNT NBR ISO 12006-2:2018	Construção de edificação - Organização de informação da construção – Parte 2: estrutura para classificação	27.02.2018
ABNT NBR ISO 16354:2018	Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objetos	30.05.2018
ABNT NBR ISO 16757-1:2018	Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais – Parte 1: Conceitos, arquitetura e modelo	30.05.2018
ABNT NBR ISO 16757-2:2018	Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais – Parte 2: Geometria	30.05.2018

Fonte: Autor.

As normas NBR 15965-1:2011, ABNT NBR 15965-2:2012, ABNT NBR 15965-3:2014, ABNT NBR 15965-7:2015 e ABNT NBR ISO 12006-2:2018 apresentam o conteúdo

relacionado à classificação dos elementos da construção, dos processos construtivos, de planejamento e seus sub-elementos.

As normas brasileiras (NBR) ISO 16757-1:2018 e NBR ISO 16757-2:2018 tem o conteúdo pautado para produtos de instalações e sistemas prediais, e também fornecem estrutura para dados de catálogos de produtos e suas particularidades.

A norma NBR ISO 16354:2018 conglomera uma coletânea onde o conteúdo compreende todas as normas relacionadas ao BIM publicadas pela ABNT NBR.

4 ARTEFATO

4.1 Artefato e Classes de Problemas

Dresch, Lacerda e Júnior (2015) definem classe de problemas como a ordenação de um conjunto de problemas práticos ou teóricos que contenham artefatos úteis para ação nas organizações. É um arranjo que orienta a trajetória do conhecimento no DSR permitindo que os artefatos não sejam uma resposta a um problema pontual em um determinado contexto, possibilitando sua generalização para ser acessado por pesquisadores ou organizações que apresentem problemas similares.

O Artefato é entendido como um objeto artificial, concebido pelo homem. Para Simon (1996), o artefato funciona como um recurso para resolução de problemas nas organizações como uma prescrição de remédios para um paciente doente.

Os artefatos podem ser classificados como Constructos, Modelos, Métodos, Instanciações ou *Design Propositions* (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). Para este trabalho, foi considerado o artefato considerado como Método, descrito pelos autores como um conjunto de passos necessários para desempenhar uma tarefa, favorecendo a transformação e melhoria de um determinado sistema.

4.2 Caracterização de Artefatos de acordo com a Revisão da Literatura

A partir da revisão da literatura, foram identificadas as seguintes classes de problemas seguidos pelos correspondentes artefatos produzidos para resolvê-los. O Quadro 6 apresenta uma síntese dos dados encontrados.

Quadro 6 – Classes de problemas e Artefatos

Classe de Problemas	Problema	Artefatos
Relação e integração de processos	Ausência de comprometimento com resultados	Modelo contratual IPD
Mapeamento e implantação de processos	Desenvolvimento Tecnológico e base de informações	Site buildingSMART
Fluxos e gestão da informação	Dificuldades com Interoperabilidade	Esquema IFC
Melhores práticas	Dificuldade na comunicação no ambiente BIM	Extensão e plug-ins BCF
Planejamento, organização e controle de produção Gestão de projetos Padronização e melhoria de processos	Falta de padronização e organização	Documentos BEP e Anexos

Fonte: Autor.

Foi constatado que os documentos BEPs analisados são artefatos que buscam a resolução de questões similares aos intentos deste trabalho, e como consequência, estão dentro de uma mesma classe de problemas. Entretanto, tal informação não inviabiliza o interesse desta pesquisa. Uma vez que os documentos analisados apresentam uma abordagem genérica, não ponderando qualquer particularidade direcionada ao panorama nacional, em especial, ao atendimento às legislações e aos processos de trabalho consolidados no Brasil.

Outro ponto levantado é o fato de não ter sido encontrado nenhum BEP na língua portuguesa, em formato aberto e disponível para download na ocasião do inicio desta

pesquisa, todos os documentos dessa natureza foram originados em universidades internacionais.

Durante o andamento do trabalho foram publicados dois trabalhos acadêmicos que abordam temática aproximada ao intuito desta pesquisa. Gonçalves (2018) expõe em sua pesquisa um protocolo baseado na norma ISO 19650:2017 adaptado ao cenário nacional. O objetivo principal é disponibilizar um documento público que possa ser utilizado como base para o gerenciamento de informações e dados BIM nas fases de contratação, projeto e obra. Já Faria (2018), propõe um sistema informatizado baseado em uma plataforma da linguagem *Python*, que tem como principal objetivo facilitar a geração de diretrizes de contratação de empreendimentos em BIM.

Como esta pesquisa almeja ser uma prescrição imediata a um dado problema apresentado, é necessário considerar os processos concretizados, como as etapas de projeto e normalizações nacionais, ainda que o autor não qualifique tais processos os mais apropriados dentro do cenário BIM.

Perante ao exposto, os atributos fundamentais esperados do artefato são: estar escrito na língua portuguesa, considerar os aspectos normativos e fases de projeto consolidados e ser disponibilizado em formato aberto para o mercado AEC no Brasil.

4.3 Propostas

Considerando o ambiente em que o problema está sendo analisado, buscando soluções satisfatórias para aprimorar as necessidades organizacionais observadas, bem como dos problemas de interesse do investigador, são propostos os artefatos dispostos no Quadro 7 para posterior seleção.

Quadro 7 – Opções de Artefatos para resolver o problema levantado

Artefato proposto	Justificativa	Prós	Contras
Programa Visual Basic for Application (VBA)	Interface gráfica de fácil entendimento	Possibilidade de criação de um banco de dados prévio que se adeque a uma diversidade maior de situações	Exige conhecimento da ferramenta Exige instalação de softwares adicionais
Documento em arquivo de edição de texto	Atingir maior número de usuários	Facilidade de uso e edição	Exige instalação de software para edição de texto como Microsoft Word, OpenOffice Writer ou Libre Office Write Difícil controlar a edição (versões)
Desenvolvimento de aplicação baseada na nuvem	Fácil acesso de qualquer localização	Acessibilidade Não exige instalação de softwares adicionais para o uso	Dependência de conexão com Internet Necessidade de um domínio para hospedagem do documento

Fonte: Autor.

Para a proposição dos artefatos foram ponderados o contexto interno e a viabilidade de execução. A proposta fundamental consiste em ter um artefato genérico que funcione como um template que se adapte aos diversos cenários de personalização. Sendo de fácil acesso e simples edição, possível de ser disponibilizado gratuitamente, sem a necessidade de investimentos em softwares.

Como solução para o problema levantado, foram considerados os seguintes requisitos para seleção do Artefato a ser desenvolvido:

Viabilidade – possível de ser executado considerando todos os elementos necessários;

Utilidade – demonstrar seus benefícios para os usuários e explicar o porque dele ter sido escolhido e não outro;

Representação –formato adequado para comunicar os conceitos do artefato para os usuários;

Construção – poderá guiar o usuário para utilização do artefato no contexto real;

Liberação do Artefato para Instanciação – instanciação do piloto do artefato, aprimoramento e liberação para instanciação.

4.4 O Artefato - Proposta de Manual

O artefato selecionado para ser desenvolvido, Apêndice A, foi um documento de edição em arquivo de texto. A justificativa para a escolha foi o objetivo de atingir uma parcela maior de usuários e permitir a facilidade de uso e edição. Ponderando que o uso softwares para edição de texto é essencial em qualquer ramo de atividade, considerou-se que a maioria das empresas já possuem os recursos necessários. Assim, este modelo foi considerado o mais adequado.

Estima-se que o artefato proposto seja aplicável e útil para solução do problema levantado, contribuindo para aumentar o valor do projeto. Também se prevê que permita que as empresas executem os projetos com o nível de informação correto e adequado, de maneira mais rápida, atendendo aos prazos e, consequentemente, com um custo reduzido. Tais fatores poderão colaborar para melhorar a qualidade dos projetos e ampliar a confiabilidade nas empresas.

Este documento visa ser um instrumento de apoio aos agentes da cadeia da construção, tanto a quem já tem domínio dos conceitos relacionados ao BIM, quanto àquele que precisa de informações mais básicas.

4.5 Projeto

Foi feito levantamento dos itens mais importantes para o desenvolvimento de projetos em BIM. A seleção inicial foi feita tomando como referência a experiência prévia do autor apoiada na revisão bibliográfica.

A lista de capítulos básicos foi submetida para avaliação do Comitê BIM no ambiente interno da empresa, que sugeriu algumas modificações. Após a ocasião, os capítulos começaram a ser desenvolvidos.

A heurística de construção do artefato se baseia em um ambiente para coordenação de projetos em BIM. O ambiente interno inicial do artefato é o escritório de arquitetura, pelo fato da empresa oferecer, além do desenvolvimento de projetos, a coordenação. O artefato também poderá ser conveniente para empresas atuem no gerenciamento de projetos em BIM, ou mesmo, para os agentes contratantes.

Quanto às demandas internas de funcionamento, o documento deverá absorver os padrões internos da empresa que compõem o sistema ISO, referentes aos processos e padronizações.

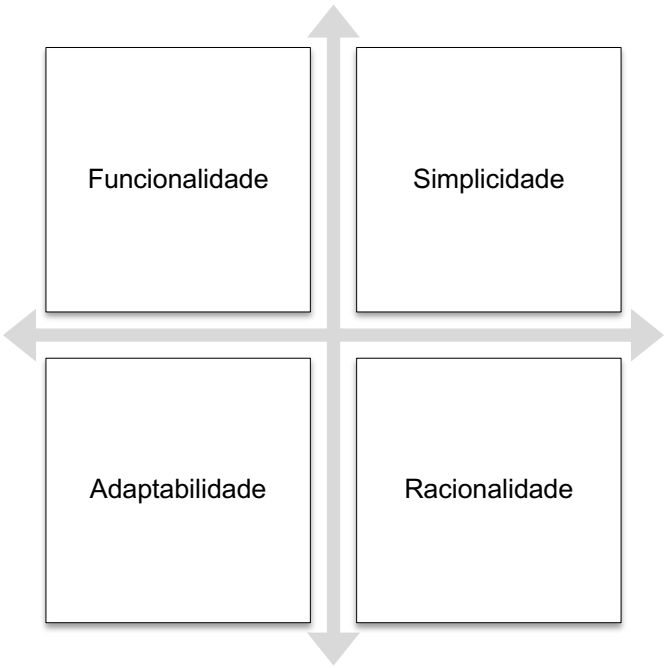
Com relação à heurística contingencial, o artefato precisará de um agente interno responsável por sua manipulação. Deverá operar no ambiente externo apenas como uma fonte de consulta para agentes participantes do processo BIM.

Para avaliar a aplicabilidade do documento proposto, a avaliação foi feita através de um processo participativo, adotando o Grupo Focal, aplicação de questionários e o Teste Funcional como os principais métodos.

O Grupo Focal foi composto pela equipe integrante do Comitê BIM interno da empresa e por profissionais especializados externos. Para o Teste Funcional foi feita a simulação de um fluxo de trabalho de um projeto considerando as principais disciplinas envolvidas: Arquitetura, Climatização, Estrutura, Elétrica e Hidráulica.

Os experimentos foram efetuados considerando cenários distintos, onde serão avaliados os itens referentes ao desempenho, estabelecidos através de alguns pré-requisitos básicos que deveriam ser perseguidos no desenvolvimento do Artefato. A Figura 16 ilustra os requisitos:

Figura 16 – Diagrama de requisitos propostos



Fonte: Autor.

Simplicidade e Facilidade de uso

Deve ser um artefato simples e de fácil manuseio, não deixando margens para interpretações equivocadas. Seu conteúdo deve ser metodicamente organizado.

Busca-se a composição de um documento único, sem demandar consultas de arquivos externos ou anexos.

Também deverá ser acessível, não exigindo a instalação de softwares adicionais.

Funcionalidade

Quanto à utilidade do Artefato, almeja-se um documento que não seja encarado como uma imposição do gerenciador.

Pretende-se criar um documento habitual que auxilie sistematicamente aos agentes envolvidos no processo BIM, organizando as informações e, consequentemente, melhorando a qualidade e produtividade dos projetos.

Adaptabilidade

Deve ser um documento flexível, de edição simplificada, comportando a personalização de acordo com diferentes demandas, objetivos e usos do BIM, bem como adequações para os padrões internos das empresas e dos projetos em específico.

Sempre que possível, a concepção deverá ser generalista, permitindo tal maleabilidade.

Racionalidade

O artefato deve apresentar exclusivamente o conteúdo imprescindível. Não deverão constar no documento conteúdo estritamente burocrático.

Tendo em vista que será um documento de trabalho, sua dimensão deverá ser controlada, evitando a construção de um artefato demasiadamente extenso.

4.6 Desenvolvimento

A abordagem utilizada para o desenvolvimento do artefato foi fundamentada na revisão bibliográfica, no comitê BIM e no grupo de estudos multidisciplinar formado com projetistas. O artefato é utilizado com meio para registrar e consolidar as decisões assumidas pelo conjunto desses grupos de profissionais.

O documento foi construído dentro do ambiente interno da empresa, porém, sua utilidade consiste na sua operação no ambiente externo.

O desempenho adequado do artefato está condicionado ao comprometimento de todos os usuários participantes do processo de projeto. Essa foi uma das motivações para sua concepção ter sido realizada por meio de um processo participativo.

Intitulado de Manual para desenvolvimentos de projeto em BIM, o artefato em seu estado funcional é um produto. O objetivo prático do documento é gerar conhecimento que seja aplicável e útil na solução do problema levantado.

Tendo em vista ampliar a confiabilidade do artefato, todas as decisões admitidas foram fundamentadas em normatizações nacionais, guias e manuais consolidados, padrões internos da empresa baseados na ISO 9001 ou pelas decisões assumidas no grupo multidisciplinar de estudos BIM já introduzido em capítulo precedente.

Com o intento de facilitar o entendimento das atividades, o artefato foi subdividido em quatro capítulos principais. São eles: Introdução, Objetivos, Colaboração e Padrões. Os itens serão explicados mais claramente nos subcapítulos seguintes.

4.6.1 Introdução

Nesta seção, primeiramente, são introduzidos alguns capítulos fixos como finalidade informativa para consulta durante o processo de projeto.

A Introdução e Reunião inicial de projeto não são subitens modificáveis.

Os demais itens, informações do empreendimento, localização, equipe de projeto e infraestrutura tecnológica, deverão ser completados de acordo com as especificidades do projeto antes da primeira emissão do documento.

Este capítulo foi fundamentado na análise dos BEPs levantados durante a fase de revisão bibliográfica e nos padrões internos ISO da empresa, estabelecidos para catalogação de novos projetos.

4.6.2 Objetivos

Aqui deverão ser firmados os objetivos dos modelos BIM e indicados todos os usos autorizados.

O capítulo é muito importante para o entendimento das responsabilidades. Deverá ser completado antes do inicio da modelagem e estar claramente presente nos termos contratuais de todas as disciplinas.

Foram adotados como referência os 25 usos do BIM propostos pelo *Computer Integrated Construction Research Program* (2011). Optou-se por referência por se tratar de uma fonte confiável e já consolidada no ambiente BIM, sendo difundida por diversas publicações e entidades por todo o mundo.

4.6.3 Colaboração

Por se tratar de um capítulo que não envolve apenas a disciplina de arquitetura, todos os itens presentes na seção materializam as decisões tomadas em conjunto com o grupo de estudos multidisciplinar BIM introduzido em capítulo antecedente.

Neste processo de articulação, todas as disciplinas foram constantemente questionadas sobre seu ponto de vista acerca de um tópico pré-determinado por todos os envolvidos diante das dificuldades encontradas. Este trabalho em conjunto,

permitiu acelerar a resolução de problemas e reduzir a insegurança com a adoção e amadurecimento do processo de trabalho em BIM.

Antes de estabelecer os fluxos de trabalho é necessário definir o repositório de arquivos eletrônicos onde será organizada a troca de informações.

O capítulo relaciona os usos e informações estabelecidas, a maneira que deverão ser inseridas no modelo e em qual fase do projeto serão utilizadas.

Foram adotadas as fases de projeto de acordo com ABNT NBR 16636-2 (2017).

O Intercâmbio de informações e os Fluxos de trabalho foram definidos nas reuniões do grupo de estudo BIM. A partir das experiências prévias dos participantes, o grupo concluiu que dentro do processo BIM é necessário estabelecer hierarquias de modelos ou disciplinas. As categorias determinadas são válidas para o desenvolvimento do projeto e para Análise de conflitos ou *Clash Detection*.

Os Requisitos de Modelagem BIM e as Diretrizes de Modelagem deverão ser adequados de acordo com o uso proposto para o modelo. Para ter uma matriz clara do que cada disciplina entende que seria necessário em cada fase de projeto, foi enviada a todos os envolvidos um quadro, onde cada disciplina preencheu com o conteúdo que ponderava adequado para a fase. O material preenchido regressou para o autor que foi o responsável por efetuar a compilação dos dados. A ação resultou no Quadro Etapa de projeto x conteúdo.

Um processo similar foi organizado para obter o Quadro de Filtros para *clashes* presente no Guia.

Pensando no uso de Estimativa de Custos, foi introduzida o Quadro de Levantamento quantitativo, onde são discriminados os elementos, unidades de medida e as disciplinas das quais as informações deverão ser extraídas. Considerando que as construtoras têm critérios próprios para a fase orçamentária, sugere-se que o quadro seja adaptado para atender o intuito pretendido.

Por fim, foi incluído um item para Controle de qualidade, discriminando todos os pontos que serão avaliados para garantir a integridade do modelo e consistência das informações necessárias para possibilitar o atendimento dos usos propostos.

Ressalta-se que os itens desse capítulo estão diretamente relacionados aos usos estabelecidos. Para o desenvolvimento do artefato, foram considerados os usos mais recorrentes do cenário BIM nacional.

4.6.4 Padrões

O capítulo estabelece os conteúdos relativos à padronização do modelo, referentes às nomenclaturas dos arquivos, divisão e localização.

Os padrões deverão ser definidos pelo agente contratante. Na ausência destes, serão seguidos os padrões da empresa que irá gerenciar o documento.

A confiabilidade do artefato será estabelecida através do uso de referências consolidadas. As diretrizes estabelecidas são fundamentadas em documentos produzidos pelas seguintes organizações internacionais como ISO, AIA, BuildingSMART, PSU, adaptados às condições e metodologias de trabalho nacionais, considerando fontes de instituições brasileiras como ABDI, ABNT, ASBEA, CBIC entre outros.

Algumas normas ABNT não foram referenciadas por estarem em processo de desenvolvimento. Deverão ser indicadas neste capítulo quando oficialmente publicadas.

Com relação à divisão dos modelos, deverá ser estabelecida de acordo com a escala do projeto, visando facilitar a manipulação e edição. Foram propostas algumas possibilidades de separação.

As coordenadas geográficas deverão ser estabelecidas em conjunto com o grupo de projetistas participantes do processo. Uma vez definido o ponto de origem, não deverá ser alterado durante o desenvolvimento dos projetos.

Como se trata de um processo de trabalho tridimensional, prioriza-se a troca de informações baseadas em modelos. Porém, deixa em aberto a opção de entrega de documentação bidimensional a critério do contratante.

Todo o processo será fundamentado através do sistema de modelo federado, onde cada disciplina seleciona o software que for de maior conveniência para utilização, e as trocas dos modelos são estabelecidas por meio do IFC.

4.6.5 Outros conteúdos

O capítulo apresenta itens extras que não interferem diretamente na qualidade do processo BIM. Os itens Boas práticas e Controle de revisões, incluem pontos que facilitam o gerenciamento do processo BIM e o desempenho da modelagem. Os itens Glossário e Referências são fontes de consulta permanente.

5 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados da avaliação do artefato, com objetivo de observar e medir a performance do documento na solução do problema levantado. A análise se fez por meio de um processo participativo com contribuição de profissionais de diferentes áreas de especialidades.

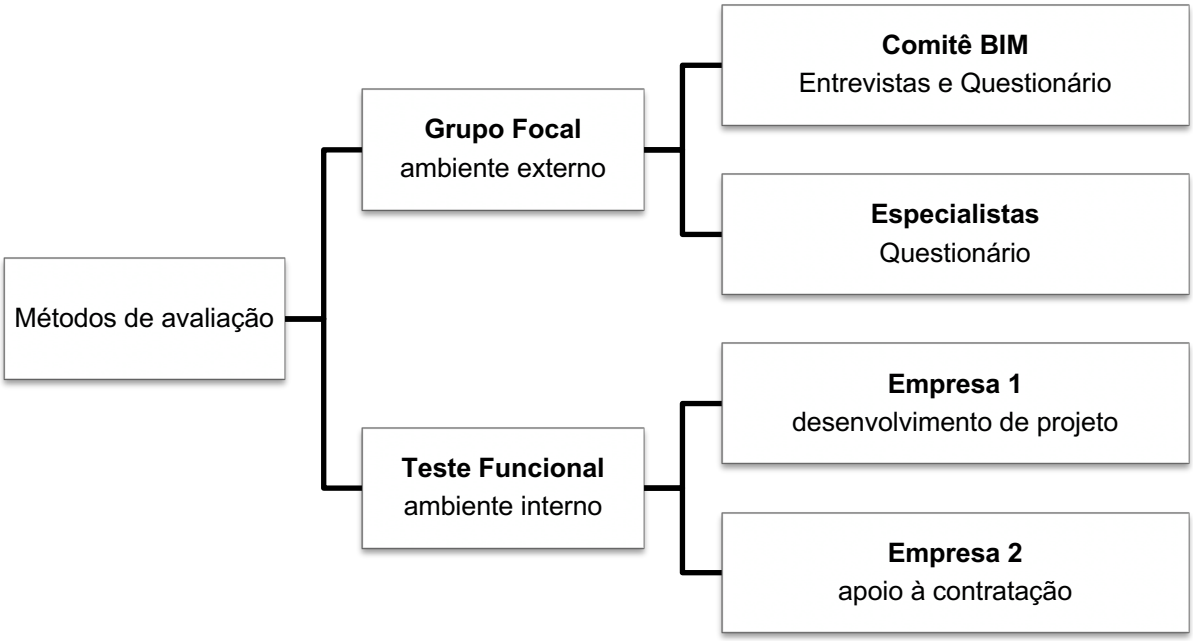
Foram utilizados dois métodos para avaliação do artefato. O grupo focal exploratório para o ambiente externo e o teste funcional do tipo *black box* para os ambientes internos. De acordo com Dresch, Lacerda e Júnior (2015), o grupo focal exploratório é indicado não apenas para a avaliação final, mas também para as intermediárias. Esta abordagem gera melhorias incrementais rápidas, por meio de um processo participativo, sendo benéfico para todos os grupos interessados. Já o teste funcional é oriundo da área de sistema de informação e sua finalidade é verificar se o sistema atende aos parâmetros desejados do ponto de vista do usuário.

Os dois métodos foram elegidos por serem considerados complementares na pesquisa. Enquanto o grupo focal permite a avaliação por profissionais especializados, o método de teste possibilita a observação do artefato conduzido em um contexto real, onde o usuário final não precisa necessariamente ter amplos conhecimentos sobre a temática.

Durante o processo de validação do artefato, o autor aceitou um novo desafio profissional ingressando em uma nova empresa. A princípio, o fator inesperado foi considerado um percalço para a conclusão do trabalho. No entanto, como o novo ambiente apresentava uma aplicação ativa do BIM, a mudança propiciou a conveniência de aplicação do artefato em um segundo teste sobre uma nova ótica.

Portanto, o método de teste funcional foi aplicado em dois momentos e em situações distintas conforme ilustrado na Figura 17: na Empresa 1, onde foi iniciado o projeto do artefato, e na Empresa 2, o local atual de trabalho do autor.

Figura 17 – Fluxograma dos métodos de avaliação do artefato



Fonte: Autor.

5.1 Grupo Focal

Foram realizadas duas etapas de avaliação dentro do grupo focal:

- Submissão do artefato aos especialistas internos da empresa (Comitê BIM) seguido por entrevistas livres;
- Submissão do artefato aos especialistas internos da empresa (Comitê BIM) e especialistas BIM externos, acompanhada por aplicação de questionário direcionado.

Na primeira etapa, foi feita uma apresentação do Artefato e suas funcionalidades aos integrantes do comitê BIM da Empresa 1, permitindo uma interação entre o pesquisador e os usuários da organização na qual o artefato estava sendo instanciado. O grupo de pessoas analisou o documento sugerindo adaptações ou inclusão de novos itens através da devolução do arquivo com o uso da ferramenta de comentários e marcações. Após avaliação das observações foi feita uma rodada de

entrevistas não estruturadas, através de um processo participativo, chegando a um consenso para os itens que foram comentados.

Durante a etapa foi sugerida uma explicação previa de alguns termos que não estavam definidos claramente, em especial, aos usuários não habituados ao processo BIM. A ideia evoluiu para um glossário básico procedente de uma fonte confiável, sendo incluído capítulo específico no final do documento.

Outro ponto levantado na primeira fase foi a possibilidade de aumentar a frequência de entregas dos modelos para os casos onde não fosse possível adotar a utilização de um repositório BIM específico. A finalidade principal foi garantir aos agentes envolvidos, o acesso às informações mais atuais. Tal recurso foi adotado também no Teste Funcional 1.

5.1.1 Questionário

Em uma segunda ocasião, o artefato revisado foi submetido novamente ao comitê BIM, e ainda, aos agentes externos especialistas na área, possíveis usuários finais. Na ocasião, com o intuito de medir a performance do documento, em conjunto com o artefato foi enviado um questionário direcionado com perguntas abertas, fechadas e por escalas (Apêndice B).

O questionário foi constituído integralmente em formato digital através da plataforma Forms presente nas ferramentas do Google Docs. Quanto à finalidade do questionário, destacam-se:

- caracterizar o perfil profissional dos respondentes;
- medir o grau de conhecimento do BIM dentro de um processo colaborativo;
- avaliar algumas métricas e o grau de aderência dos requisitos propostos na fase de projeto.

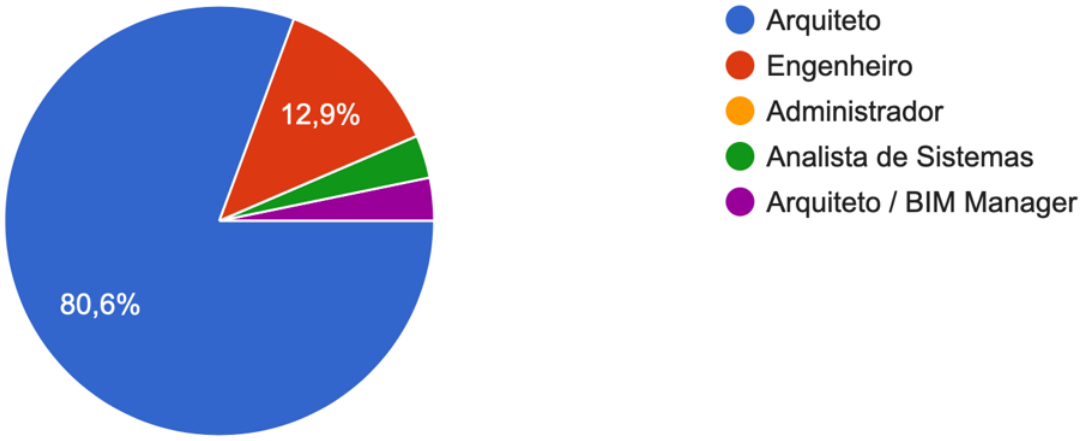
O questionário foi enviado para contatos considerados, por sua área de atuação,

estratégicos e distribuído em grupos específicos BIM pelo perfil dos profissionais participantes.

O formulário ficou disponível para receber respostas durante aproximadamente um mês e houve um retorno de 31 respondentes.

O público alvo dos respondentes é composto basicamente por profissionais atuantes na construção civil com idade entre 25 e 62. Com relação à profissão, de acordo com a Figura 18, a grande maioria dos participantes, em torno de 80,6% são arquitetos. Os demais, 12,9% são engenheiros e as outras profissões mencionadas foram analista de sistema e BIM Manager.

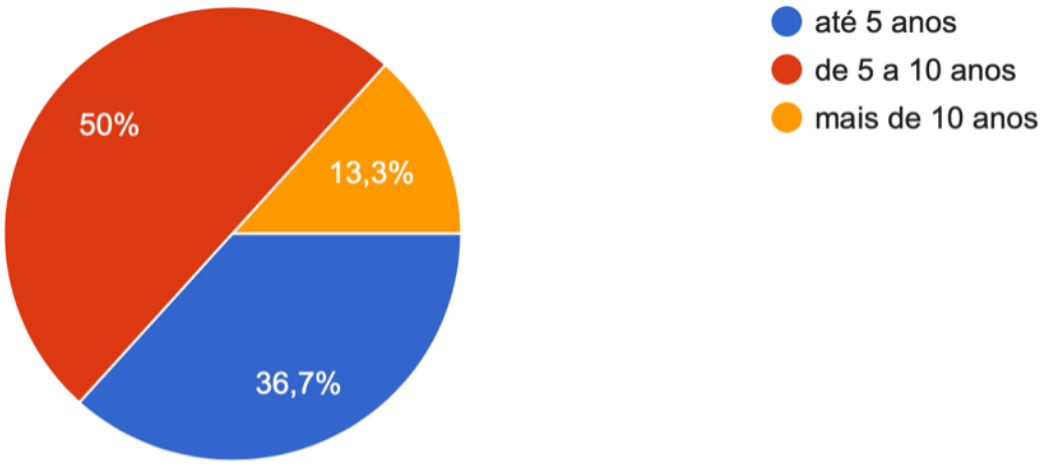
Figura 18 – Gráfico profissão dos respondentes



Fonte: Autor.

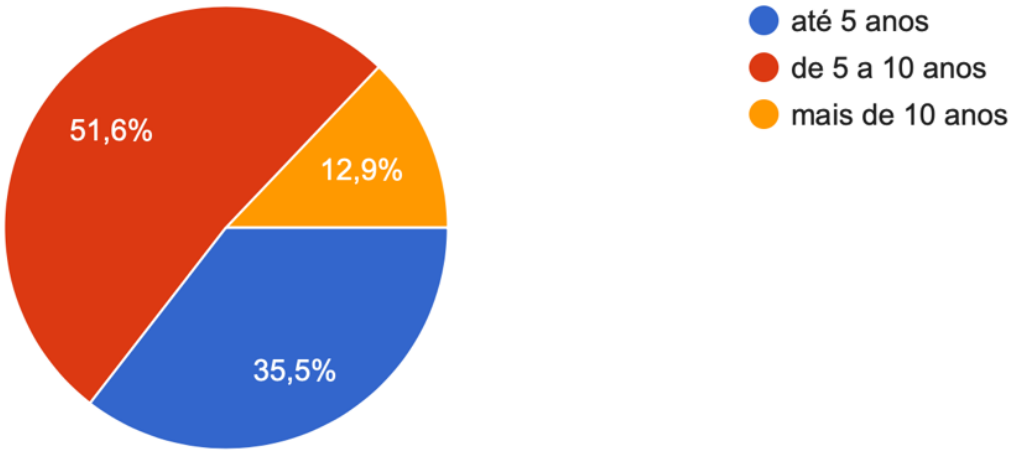
Os indicativos de tempo de formação e tempo de uso do BIM, Figuras 19 e 20, apresentaram uma proximidade considerável, evidenciando que os profissionais se engajaram no processo BIM durante o processo de formação ou imediatamente após a conclusão.

Figura 19 – Gráfico tempo de formação



Fonte: Autor.

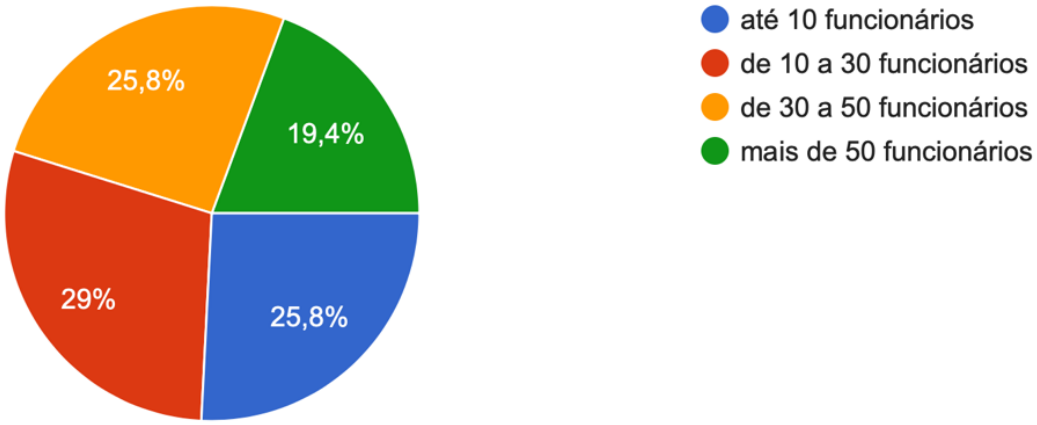
Figura 20 – Gráfico tempo de uso do BIM



Fonte: Autor.

Os participantes são funcionários de empresas de diversos portes, conforme representado pelo quadro de funcionários na Figura 21.

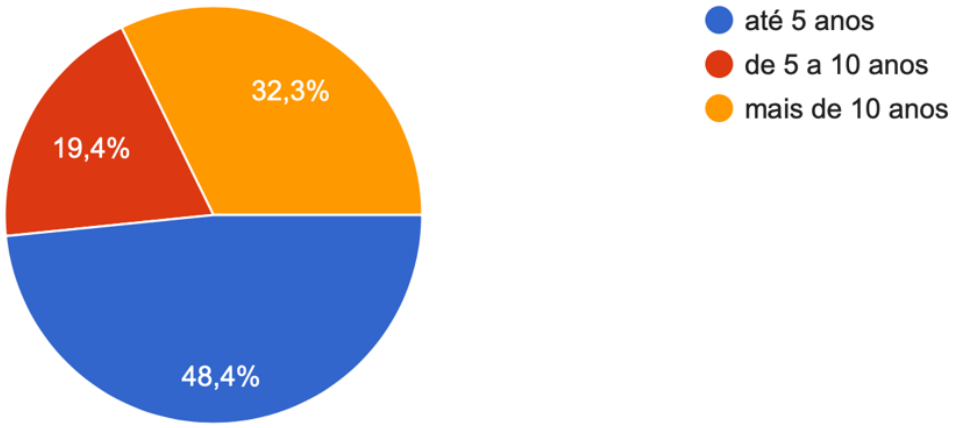
Figura 21 – Gráfico porte das empresas



Fonte: Autor.

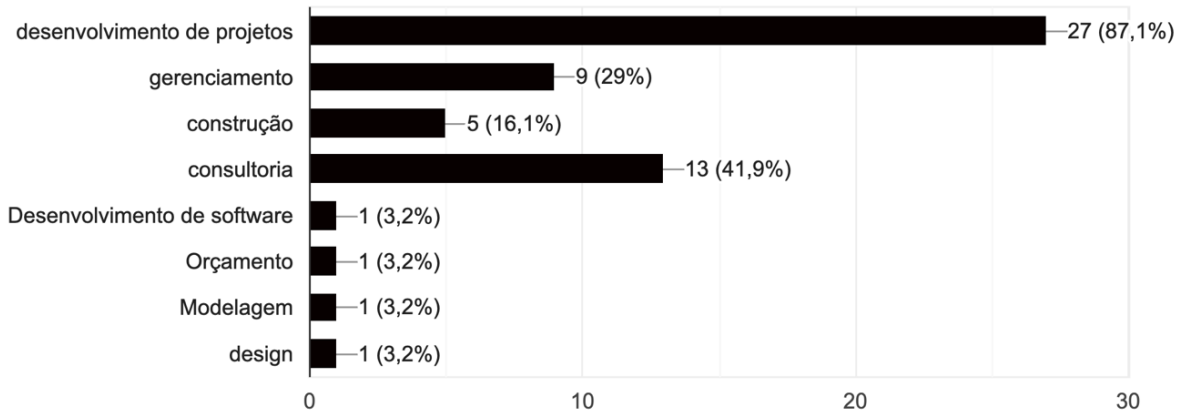
O tempo de atividade das empresas também é diversificado (Figura 22), 48,4% relataram ter iniciado suas atividades em até 5 anos, 19,4% entre 5 e 10 anos e 32,3% mais de 10 anos. A Figura 23 expõe os setores de atividades, consiste predominantemente em desenvolvimento de projetos.

Figura 22 – Gráfico tempo de atividade das empresas



Fonte: Autor.

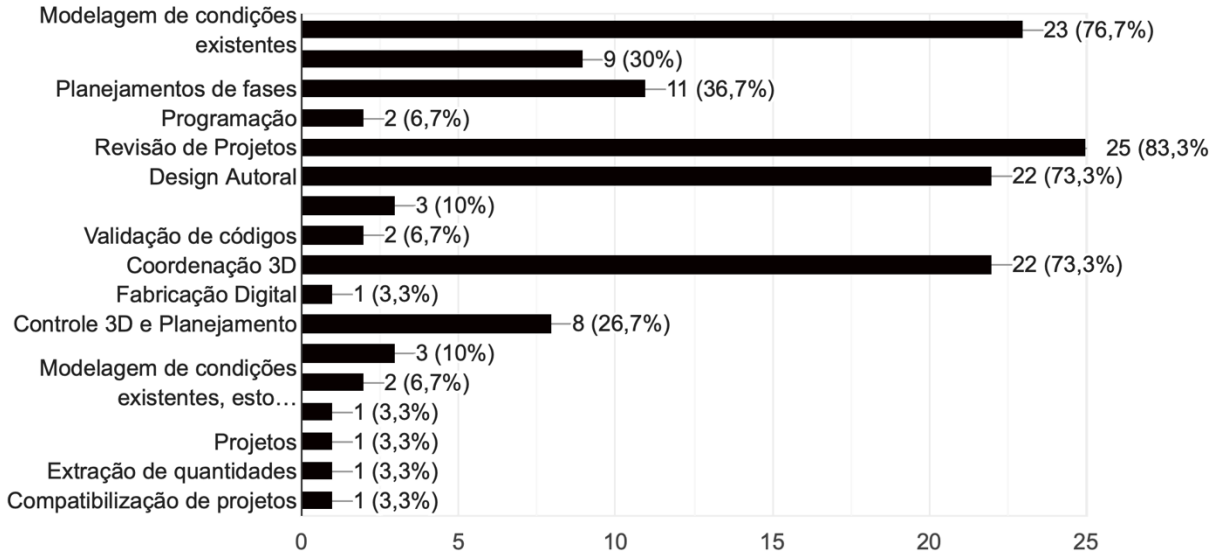
Figura 23 – Gráfico área de atuação das empresas



Fonte: Autor.

Dos 31 participantes, a maioria dos respondentes relataram ter participado de alguma experiência com colaboração de projetos dentro do ambiente BIM, mesmo que apenas entre as principais disciplinas de projeto, apenas 2 respondentes nunca participaram de um processo colaborativo em BIM. A Figura 24 apresenta os usos do BIM utilizados pelas empresas.

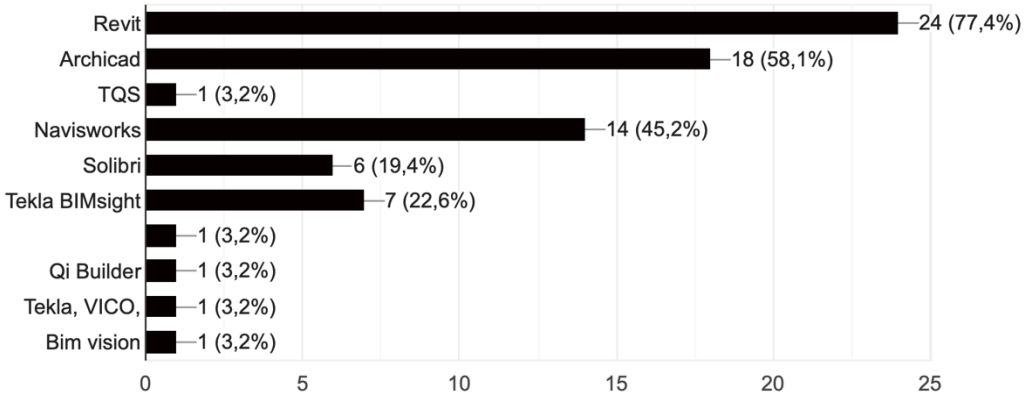
Figura 24 – Gráfico usos do BIM utilizados



Fonte: Autor.

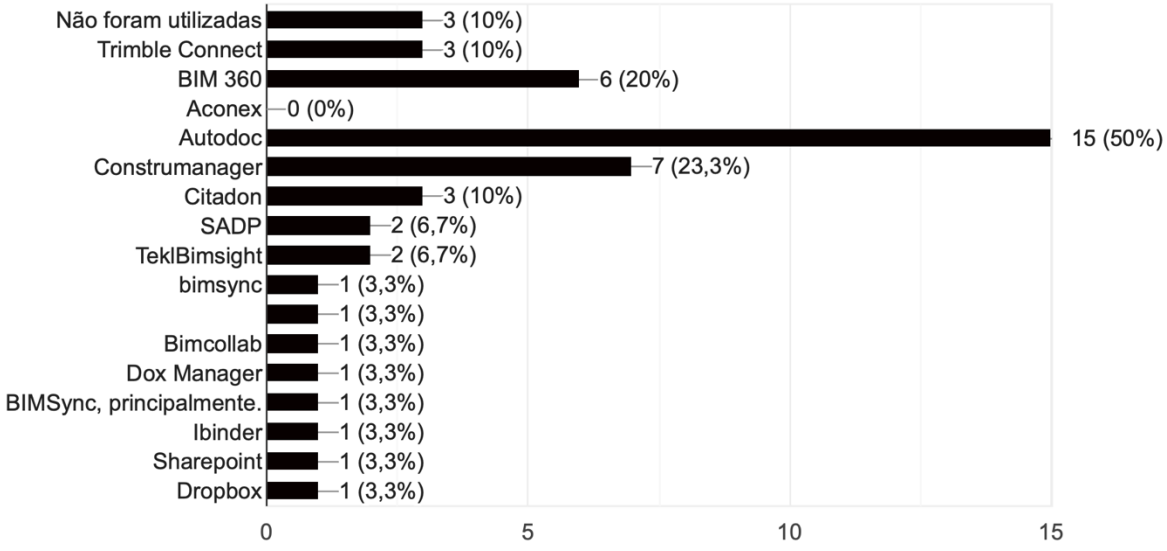
Os softwares BIM utilizados são exibidos na Figura 25, enquanto os sistemas empregados para compartilhamento de arquivos são mostrados na Figura 26.

Figura 25 – Gráfico softwares BIM



Fonte: Autor.

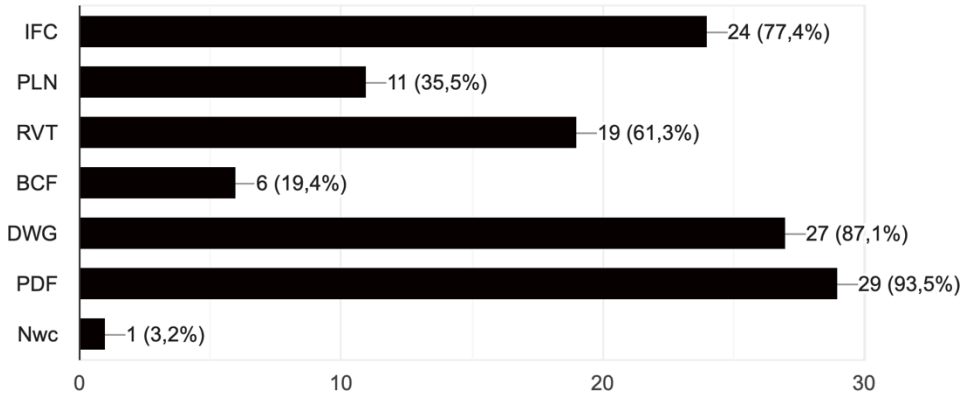
Figura 26 – Gráfico sistemas de compartilhamento



Fonte: Autor.

A Figura 27 indica os entregáveis já utilizados, destacam-se os formatos. Os formatos *Portable Document Format* (PDF) e *Drawing* (DWG) aparecem como os itens mais citados mesmo se tratando de extensões bidimensionais que não precisam necessariamente fazer parte do processo BIM.

Figura 27 – Gráfico extensões de arquivos



Fonte: Autor.

Para a avaliação do artefato, foram feitas quatro questões abertas correspondentes a cada pré-requisito proposto no projeto do documento. Também foram preparadas oito questões do tipo escala, onde foram atribuídas notas entre 1 a 5 de acordo com o grau de concordância com as sentenças, sendo duas sentenças direcionadas a cada requisito avaliado. O Quadro 8, expõe a correspondência das questões e sentenças empregadas para avaliação.

Quadro 8 – Correspondência dos requisitos X Questões de avaliação

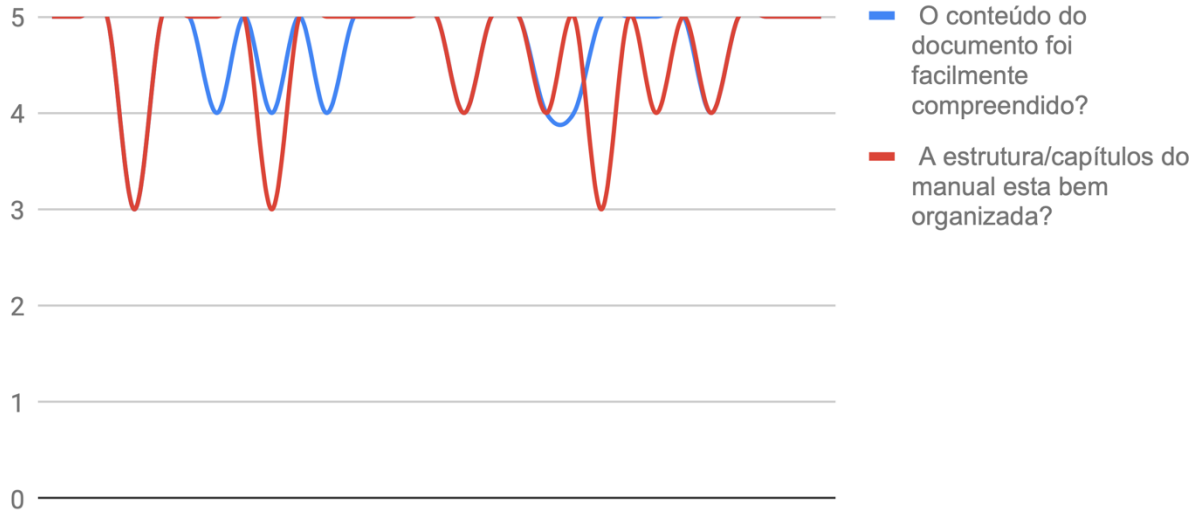
Requisito	Tipo	Questão
Simplicidade e Facilidade de uso	Aberta	Precisou instalar algum software para visualizar ou manipular o manual? Quais?
	Escala	O conteúdo do documento foi facilmente compreendido?
		A estrutura/capítulos do manual está bem organizada?
Funcionalidade	Aberta	Acredita que o documento poderia aumentar a produtividade no desenvolvimento de projetos? Explique.
	Escala	O manual poderia ser incorporado nos fluxos de trabalho da sua empresa?
		Você usaria ou indicaria o Manual template para um futuro projeto?
Adaptabilidade	Aberta	Cite algumas situações onde que acredita que o Manual poderia ser aplicado.
	Escala	Acredita que o Manual poderia ser adaptado facilmente para o uso na sua empresa?
		Entende que o Manual poderia ser aplicado em outras situações além do desenvolvimento de projeto?
Racionalidade	Aberta	Quais capítulos poderiam ser inclusos no Manual para melhorar sua performance? E quais poderiam ser eliminados? Justifique.
	Escala	Com relação ao tamanho do Manual, acredita que o documento está dimensionado adequadamente?
		O Manual apresenta itens relevantes para o desenvolvimento de projetos?

Fonte: Autor.

As figuras 28, 29, 30 e 31, apresentam as métricas alcançadas separadas por pré-requisito. Os gráficos no sentido horizontal expõem as repostas de todos os participantes que responderam ao questionário, enquanto no sentido vertical, a primeira coluna exibe a nota atribuída às sentenças.

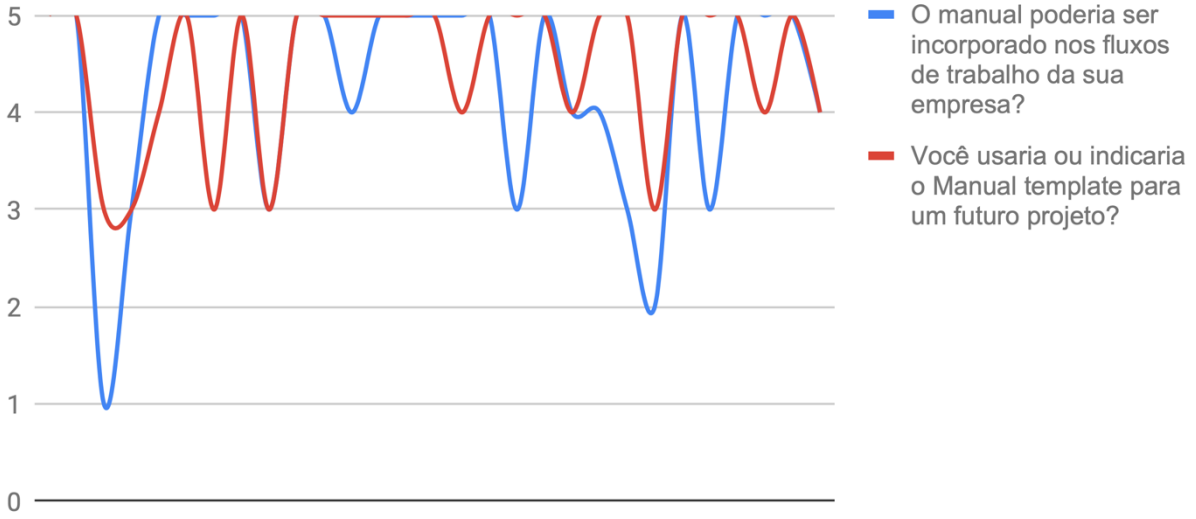
A linha vermelha representa a pontuação obtida em uma determinada pergunta, a linha azul representa a outra. Analisando ambas as linhas em conjunto no mesmo gráfico, é possível concluir se o pré-requisito foi ou não considerado atendido.

Figura 28 – Gráfico Simplicidade e Facilidade de Uso



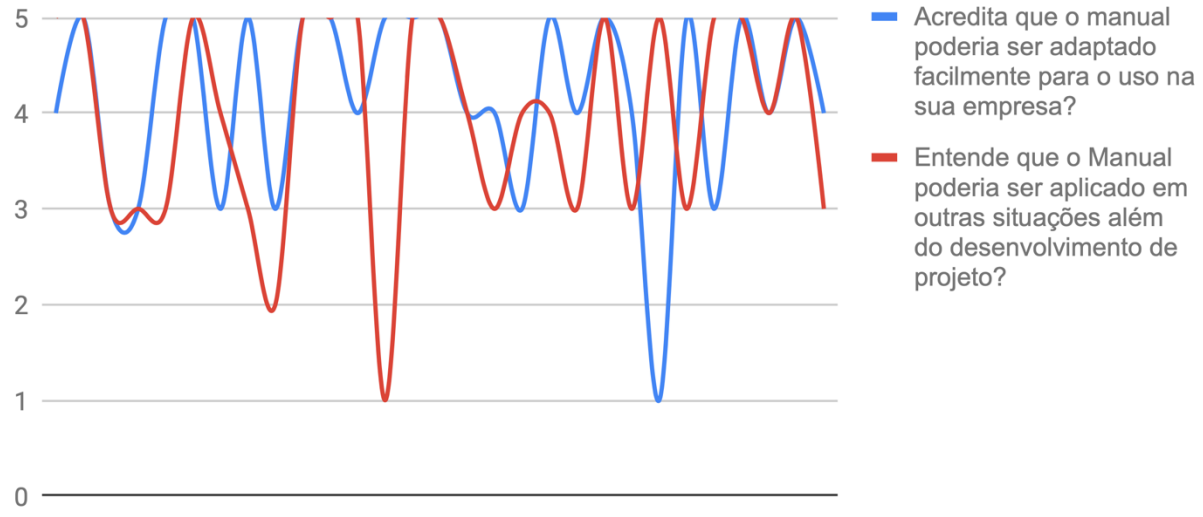
Fonte: Autor.

Figura 29 – Gráfico Funcionalidade



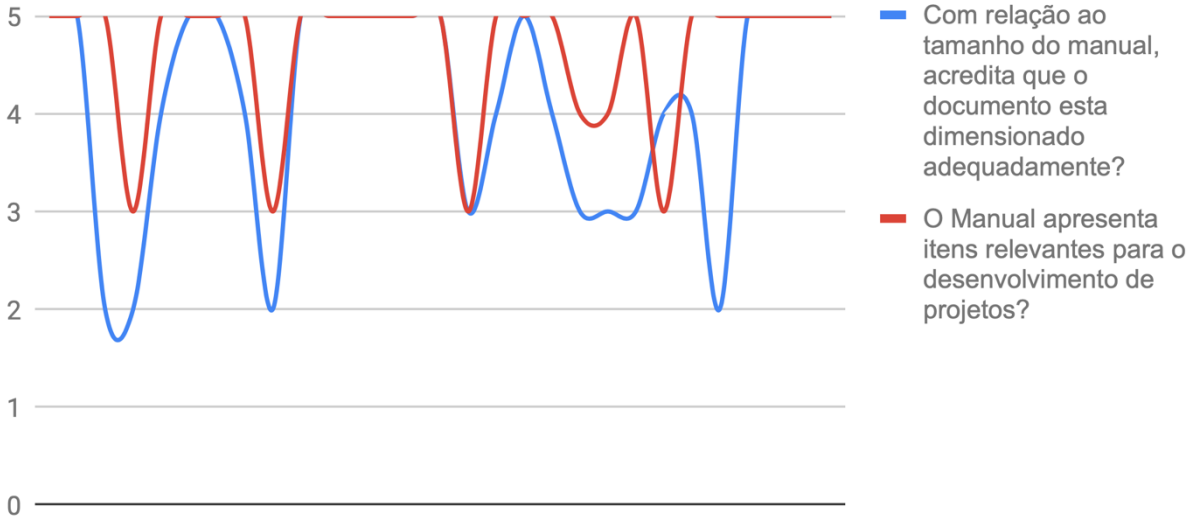
Fonte: Autor.

Figura 30 – Gráfico Adaptabilidade



Fonte: Autor.

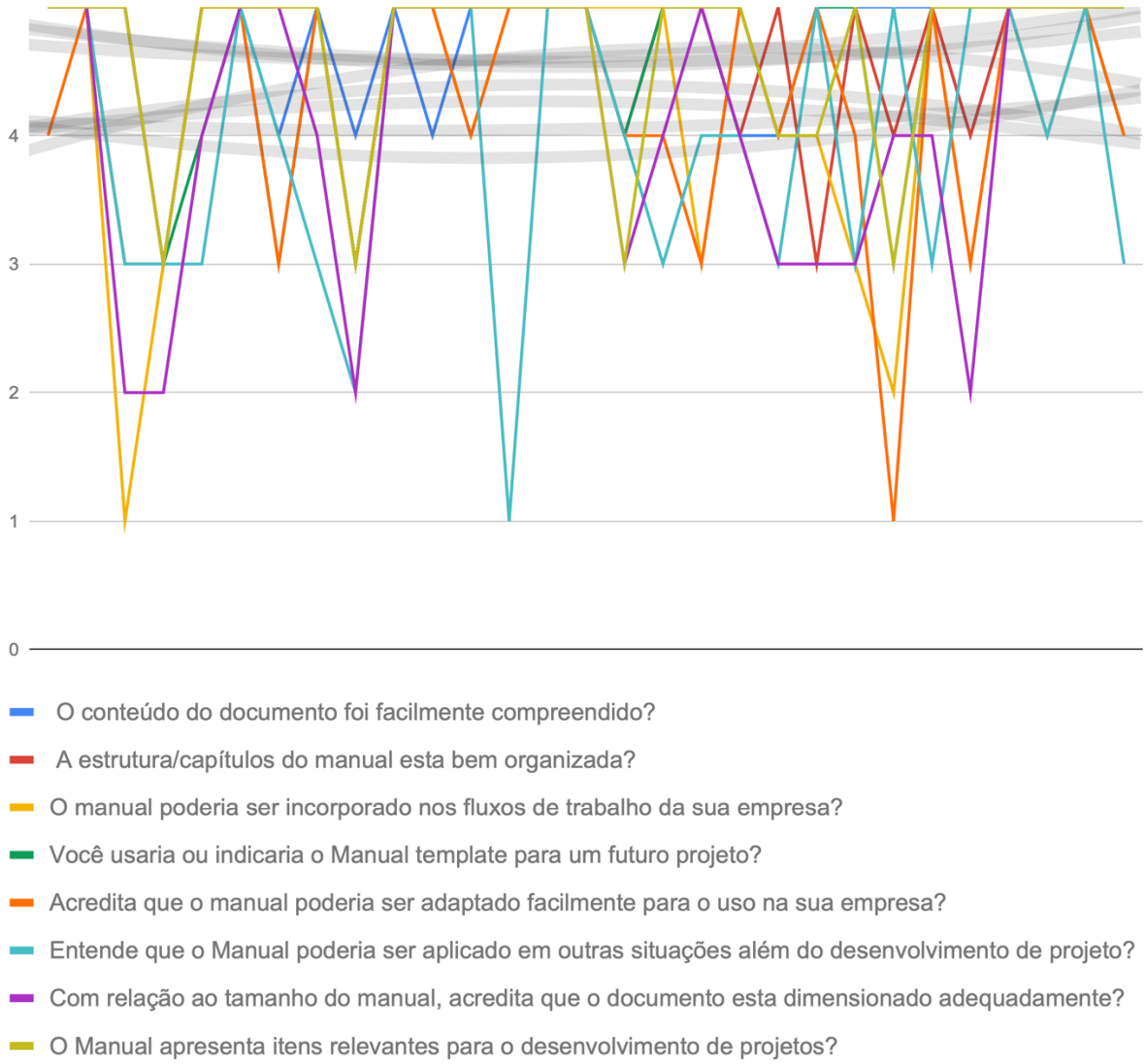
Figura 31 – Gráfico Racionalidade



Fonte: Autor.

Conforme a Figura 29, o item que obteve melhor avaliação foi o de Simplicidade e Facilidade de Uso, e o item que foi pior avaliado foi Adaptabilidade recebendo duas avaliações 1. Uma analise conjunta dos resultados (Figuras 32), a linha de tendência destacada em cinza, oscilou predominantemente entre os números 4 e 5.

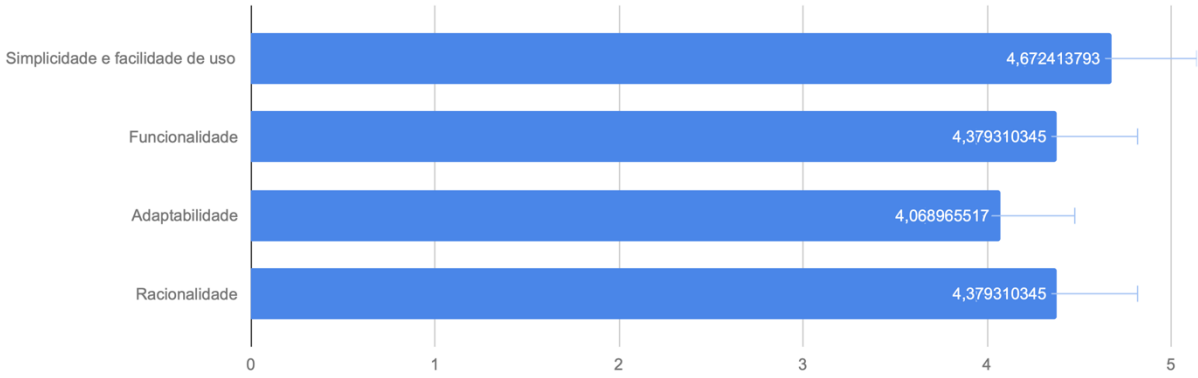
Figura 32 – Gráfico linha de tendência dos requisitos



Fonte: Autor.

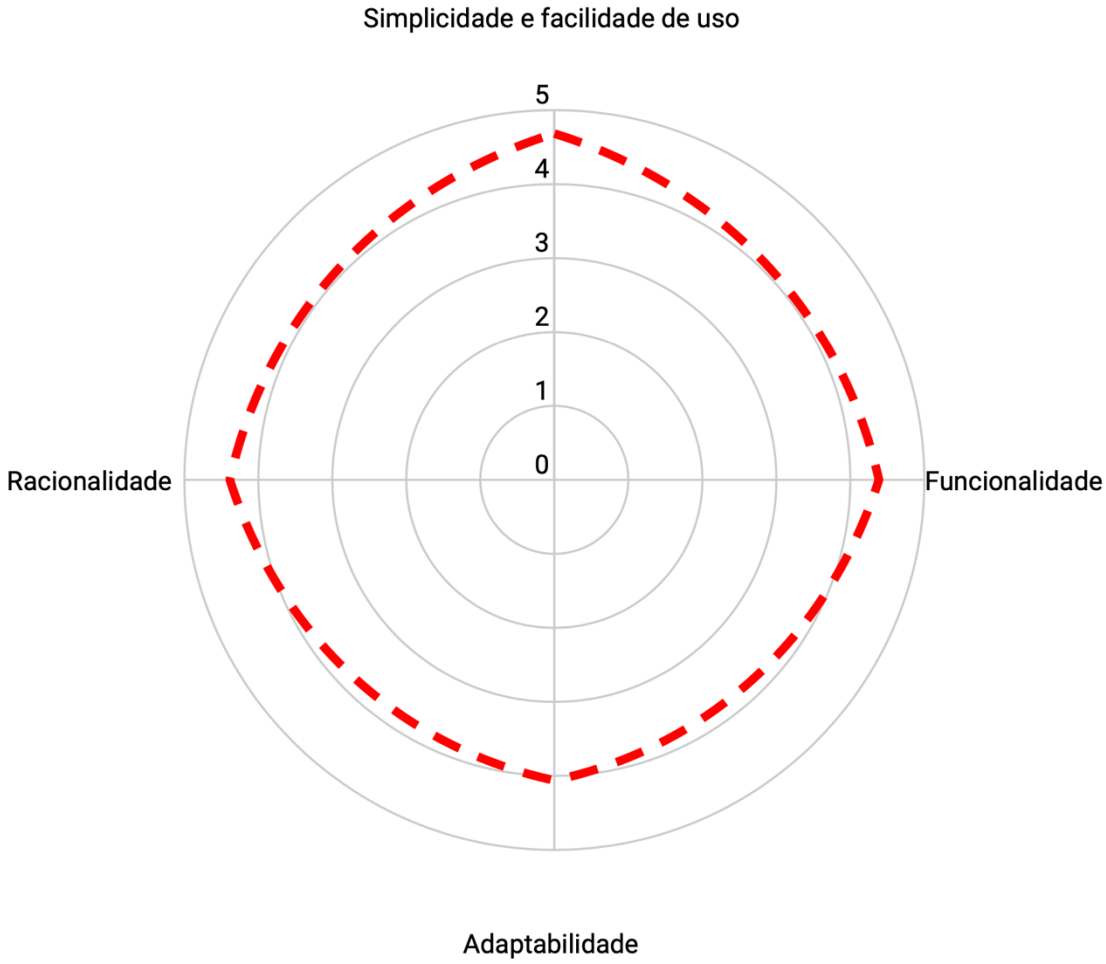
A média alcançada na pontuação foi de 4,375, representada nas figuras 33 e 34. A análise permite dentro dos limites estabelecidos, concluir que o artefato atendeu aos requisitos propostos na fase de projeto.

Figura 33 – Gráfico de barras médias x requisito



Fonte: Autor.

Figura 34 – Gráfico de radar médias x requisito



Fonte: Autor.

As questões abertas propostas para avaliação também obtiveram um retorno positivo, em sua maior parte, confirmando este entendimento. Na sequência são apresentadas algumas das respostas obtidas no questionário aplicado:

“ [...] o manual busca confrontar as necessidades e expectativas do cliente em relação ao modelo BIM, e essa discussão e definição no início do projeto poupa muitos retrabalhos...”

“ [...] explica questões que sempre aparecem no início de desenvolvimento de um projeto, já esclarecendo-as de antemão.”

“ [...] fornece informações essenciais sobre o processo de desenvolvimento dos projetos. Acredito que com sua utilização a probabilidade de ocorrência de problemas diminui consideravelmente.”

“ [...] um texto limpo e isento de fabricantes, ajuda no esclarecimento dos primeiros passos a dar para implementação, no caso a gestão.”

“ [...] oferece uma boa estrutura para aplicação e adaptabilidade para projeto de grande porte [...] ”

“ [...] apresenta informações muito importantes para diversas etapas de desenvolvimento de projeto [...] ”

“ [...] explica de forma fácil a ser compreendido por quem não conhece ou já conhece o sistema, vejo essa linha de raciocínio sendo muito útil e funcionando muito bem.”

“ [...] é uma ação de grande valor para as empresas de construção civil e tem muito a contribuir em estimular e facilitar tanto a adoção quanto a manutenção dos processos BIM.”

5.2 Teste Funcional 1

O primeiro teste foi realizado na Empresa 1, local onde foi iniciado o desenvolvimento do artefato. O Manual foi aplicado em um projeto no qual as principais disciplinas foram contratadas para desenvolvimento de projetos em BIM. Porém, como o contratante não tinha experiência previa com projetos em BIM, o escopo contratado não estava nítido.

O cliente é um grande grupo com mais de 55 anos de atuação nos setores de incorporação e construção. O projeto em questão é de um edifício de uso misto, com 22 pavimentos, de aproximadamente 28.000,00m² de construção na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Foi acordado entre os envolvidos que a modelagem BIM seria introduzida apenas da fase de Anteprojeto, momento no qual o Artefato foi inserido para auxiliar na organização das atividades.

Após a primeira reunião de trabalho optou-se por adotar inicialmente apenas os usos de Revisão de Projetos e Coordenação 3D.

A primeira alteração sugerida no Manual foi com relação à frequência de entregas, que contratualmente eram bastante espaçadas. Após algumas reuniões de projeto, optou-se por entregas quinzenais para as disciplinas de arquitetura e estrutura.

A frequência de entregas aumentada possibilitou que a disciplina de arquitetura adotasse o modelo BIM da estrutura inserido como um link, com vistas à produção da documentação. Este fluxo de trabalho permitiu eliminar a duplicidade de modelagem, evitando possíveis equívocos de interpretação de projeto.

Antes de cada envio, a arquitetura realizava um relatório de comentários com as modificações necessárias para a próxima emissão de estrutura. Este processo foi muito positivo e existiu comprometimento por parte das duas disciplinas. A arquitetura era forçada a analisar e comentar o projeto de estrutura que, por sua vez, devia

atender aos comentários ou discutir uma solução rapidamente com os envolvidos.

Como não era padrão do escritório que o projeto das demais disciplinas estivessem presentes na documentação de arquitetura, a frequência de entregas dos demais projetistas permaneceram vinculadas às fases de projeto seguindo cronograma padrão.

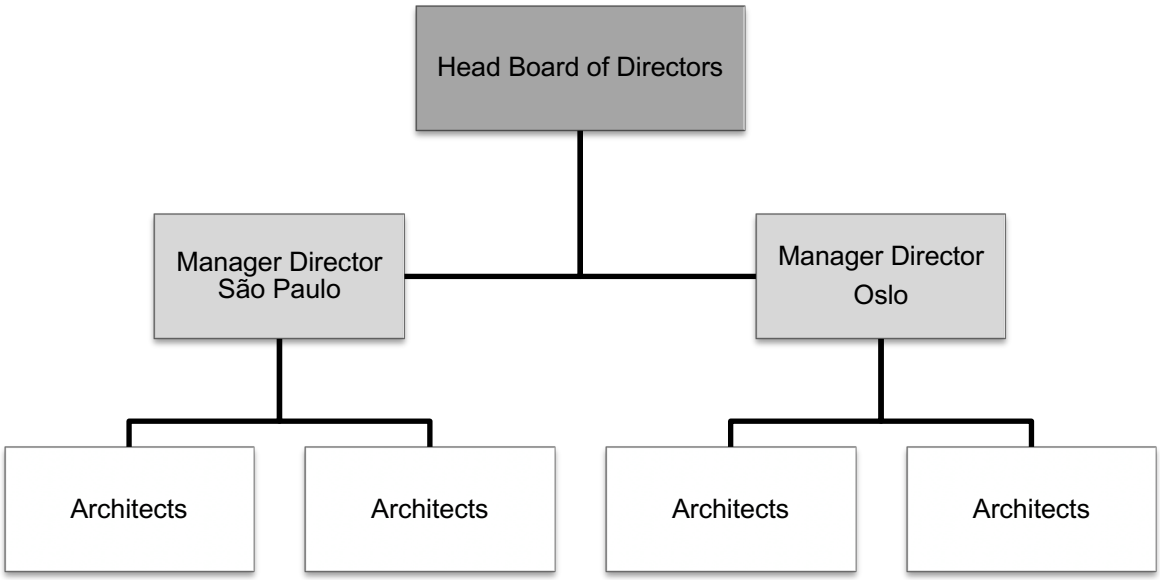
Os usos de Coordenação 3D e Análise de conflitos era parte do escopo do cliente que desenvolvia internamente conforme suas próprias regras de análise.

Como já explanado anteriormente, o autor passou por um momento de transição na trajetória profissional, motivo que impossibilitou o acompanhamento do desenvolvimento do projeto até sua finalização. O afastamento aconteceu na etapa de Pré-Executivo, não sendo possível obter conclusões mais palpáveis sobre o processo organizado.

5.3 Teste Funcional 2

A Empresa 2, onde o teste foi aplicado pela segunda vez, é um escritório de arquitetura internacional com unidades no Brasil e na Noruega, respectivamente nas cidades de São Paulo e Oslo. A estrutura organizacional da empresa, ilustrada na Figura 35, constitui uma disposição bastante simplificada. Um diretor principal atua em ambas unidades e são dispostos um gerente para cada escritório. Salvo estes três líderes, no contexto geral a empresa apresenta uma hierarquia horizontal.

Figura 35 – Organograma da Empresa 2



Fonte: Autor.

O projeto no qual o artefato foi utilizado, foi resultado de um concurso fechado, no qual o escritório saiu vencedor. O programa do projeto prevê diversas torres em uma quadra de uso misto, abrangendo usos corporativo, serviços, hoteleiro, hospital e comercial, totalizando um número superior a 76.000,00m² construídos.

O cliente, uma grande rede da indústria farmacêutica, por falta de conhecimento no setor da construção contratou um agente gerenciador para coordenar o desenvolvimento do projeto. Este agente persuadiu o cliente principal a desenvolver o projeto com todas as disciplinas dentro do processo BIM.

Como o contrato recebido para o desenvolvimento do projeto de arquitetura não explicitava os usos autorizados do BIM e a complexidade da modelagem, o experimento do Artefato foi utilizado como um documento de suporte à contratação, assegurando que o escopo de trabalho do escritório estivesse determinado, anteparando a empresa de possíveis complicações judiciais.

O Manual foi adaptado para tal finalidade e utilizado como um anexo do contrato de projeto, estabelecendo definições básicas de escopo no ambiente BIM.

Durante o processo de implementação, foi designado à empresa gerenciadora o encargo de desenvolver o Manual BIM específico para o projeto, compilando o escopo contratado de todas as disciplinas envolvidas. O agente responsável sinalizou a intenção de utilizar um método automatizado para a geração e gestão do documento, apresentando a plataforma.

A ferramenta consiste de um website para criação de Manuais de Execução BIM. Oferece planos gratuitos e pagos que refletem diretamente nas possibilidades de uso da ferramenta.

A princípio, a plataforma apresenta uma estrutura básica, porém, permite a personalização e criação de conteúdo complementar de acordo com o pacote contratado. Após a conclusão do trabalho permite a extração de um documento do tipo PDF para disponibilização a todos os agentes participantes do processo.

Em conjunto, a empresa gerenciadora e o escritório de arquitetura, analisaram o conteúdo da plataforma concluindo que seria produtivo adotar seu uso, porém, seria imperativo realizar diversas alterações para adequá-la aos padrões nacionais e às necessidades particulares do projeto. Optou-se como passo inicial, por transcrever os itens considerados como essenciais do Artefato para a plataforma sugerida. A partir da matriz, na sequência, foram incluídos os itens presentes no escopo de contrato de cada disciplina e as necessidades almejadas pelo cliente final.

Em uma reunião com todos os participantes do processo foi apresentada a primeira versão do documento, salientaram-se os usos propostos e as responsabilidades de cada agente. No mesmo encontro, foi sugerido que as entregas fossem vinculadas ao desenvolvimento dos modelos, postergando a documentação bidimensional para a fase de projeto executivo.

A opção não foi admitida pela gerenciadora, que justificou-se alegando que a documentação preliminar era necessária para as disciplinas que não foram contratadas para desenvolver seus projetos em BIM.

O prazo máximo para conclusão desta pesquisa e data limite para depósito da dissertação, não possibilitou o registro de dados após a fase inicial de projeto.

6 CONCLUSÃO

A escolha do protocolo para o desenvolvimento do DSR se mostrou fundamental para o sucesso do trabalho e possibilitou a organização das informações durante toda a pesquisa.

A participação em diversos eventos técnicos durante a pesquisa ajudou a elucidar os problemas concretos do meio profissional e o levantamento bibliográfico necessário para o desenvolvimento do trabalho.

Considerando que na área tecnológica a evolução é constante, juntamente com o fato de o conceito BIM ser relativamente novo, o crescimento de material sobre o assunto é exponencial. Tal fator ocasionou em alguns regressos em pontos já concluídos da revisão bibliográfica durante o percurso do trabalho.

O Artefato resultante da pesquisa não apresenta uma visão futurista ou ideal sobre a aplicação do conceito BIM. Todas as decisões foram tomadas ponderando as limitações técnicas de hardware e software existentes, bem como as necessidades concretas do que o mercado de trabalho atual anseia receber como produto final. O documento produzido não é um trabalho acabado, mas deverá evoluir de acordo com as necessidades dos usuários e evolução tecnológica.

Se, por um lado, a decisão de considerar as limitações atuais possa impedir que o trabalho tenha relevância por um período maior, por outro, possibilitou que a sua aplicabilidade fosse testada sem grandes conflitos imediatamente após a finalização do documento.

No resultado do questionário, surgiram como respostas a algumas das questões abertas um retorno positivo dos respondentes. Alguns sinalizaram a intenção de incluir o documento em seus fluxos de trabalho.

Embora não tenha sido uma premissa inicial, a possibilidade de aplicação do Manual em mais de um tipo de situação, permitiu sua avaliação sob diferentes óticas, do

usuário projetista, do especialista, do contratante e do contratado. Constatou-se a inviabilidade de um único Manual para diversas ocasiões, ressaltando a importância da flexibilidade do documento para atender a diferentes demandas. Necessidades e usuários distintos carecem de um documento adaptado para atender suas particularidades normativas, objetivos, métodos de trabalho, padrões internos das empresas entre outros.

O problema levantado sobre a falta de organização nos trabalhos baseados no conceito BIM abrange não apenas as fases de projeto, como também relações contratuais e pós obra. O segundo teste funcional realizado, onde o artefato foi utilizado com documento de apoio a contratação, corroborou para o entendimento desta ideia.

Considera-se que o Manual deveria de fato, ser um documento pré-contratual com o escopo nítido, onde os projetistas poderiam avaliar o volume do trabalho e verificar se possuem habilidade necessária para o atendimento satisfatório da demanda.

Como produto final deste trabalho, apresenta-se um Manual para desenvolvimento de projetos em BIM com sua aplicabilidade parcialmente validada. Buscou-se o registro sistemático de todos os passos percorridos para produção do documento, de modo a possibilitar uma análise posterior de todas as decisões tomadas, permitindo a adequação de acordo com os objetivos dos profissionais que vierem a usar este documento como referência.

Como resultados indiretos da pesquisa destacam-se:

- melhoria das situações práticas das organizações;
- enriquecimento na comunicação existente entre os projetistas envolvidos;
- otimização dos fluxos de trabalho no processo de projeto;
- aumento da produtividade dentro do processo BIM.

Em termos de limitação do procedimento de validação, a própria natureza do processo de desenvolvimento de projeto foi o maior obstáculo enfrentado. Comparado ao

período máximo para conclusão da pesquisa, o desenvolvimento de projeto é relativamente longo, com variantes como prazos, demandas e atrasos imprevisíveis. Sendo assim, não foi possível obter dados de validação do Manual em todas as etapas de projeto.

Para preencher a lacuna mencionada no processo de validação, sugere-se que os usuários futuros desenvolvam critérios de verificação próprios, específicos para atendimento de suas necessidades particulares e de acordo com a etapa de projeto.

O agente gerenciador BIM, que apareceu no último período de validação, apresentou a plataforma para desenvolvimento automatizado do Manual. O uso da ferramenta mostrou-se bastante eficiente com relação a adaptabilidade de usos e extração da documentação final, porém, pode-se considerar o tempo de aprendizado e o fato de ser um serviço pago, como fatores limitantes para sua adoção por uma grande parcela dos escritórios de projeto.

Espera-se que este trabalho contribua para ampliar os conhecimentos na temática BIM, servindo de base para profissionais que se interessem pelo desenvolvimento tecnológico voltado para construção civil e objetivem firmar novas metodologias no processo de projeto.

Com intuito de contribuir com o avanço do Design Science, dentro da perspectiva apresentada, o trabalho poderá ser considerado generalizado dentro das seguintes classes de problemas:

- Planejamento e controle de produção;
- Mapeamento de processos;
- Gestão de projetos;
- Relação e integração de processos;
- Padronização de processos;
- Organização da produção.

Espera-se com a disponibilização do Manual gratuitamente, poupar tempo e esforço de profissionais da AEC que empreguem um fluxo de trabalho similar ao apresentado nesta pesquisa.

A comunicação dos resultados permite a disseminação do conhecimento. A última etapa presente na metodologia adotada, será estabelecida inicialmente com a publicação desta pesquisa no formato de Dissertação. O Material será disponibilizado na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo.

Como continuidade da pesquisa, propõe-se aprimorar este trabalho absorvendo os aprendizados a serem desenvolvidos no Teste Funcional aplicado na Empresa 2 em andamento em conjunto com algumas considerações feitas na aplicação do questionário.

Posteriormente, sugere-se migrar o documento para algum formato automatizado, similar ao deparado na fase de validação, porém, adaptado aos padrões, normas, imperativos nacionais e que permita sua distribuição de forma gratuita.

REFERÊNCIAS

ADEA BROWN BOVERI ABB. Disponível em: http://www04.abb/global/seitp/seitp202.nsf/0/cb5fd739b301dcd4482579130027fe74/$file/RO_Haval_110922.jpg Acesso em: 17 jul. 2016.

ADESSE, E. BUNEMER, R. LEVY, M. C. LUONGO, M. MANSO, M. A. MELHADO, S. B. A gestão de projetos de edificações e o escopo de serviços para coordenação de projetos. **Revista Téchne**, 2008. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/135/artigo286518-1.aspx>. Acesso em: 08 Set. 2017.

ADESSE, E. MELHADO, S. B. **A coordenação de projetos externa em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno e médio portes.** Workshop Brasileiro de Gestão de Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 4., 2003, Rio de Janeiro.

ADMINISTRAÇÃO PARA ADMINISTRADORES. Administração Científica. Disponível em:<https://administer33.files.wordpress.com/2012/05/ford-mod-t.jpg>. Acesso em: 3 jul. 2016.

AIA, AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. Integrated Project Delivery: A Guide. 2007, 62 p.

ANDRADE, Max Lira Veras X.; RUSCHEL, Regina Coeli. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão & tecnologia de projetos**, v. 4, n. 2, p. p. 76-111, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16636-2: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 2: Projeto arquitetônico**. ABNT, 2017.

_____ **ABNT/CEE-134: Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção**. 2009. Disponível em: <h http://www.abnt.org.br/cee-134>. Acesso em: 15 fev. 2018.

BAZJANAC, Vladimir; CRAWLEY, Drury B. **The implementation of industry foundation classes in simulation tools for the building industry**. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA (US), 1997. Disponível em: <https://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/833543>. Acesso em: 20 Dez. 2017.

BAX, Marcello Peixoto. Design science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia. 2017.

BRITISH STANDARDS. BIM Level 2. Disponível em: <http://bim-level2.org/en>. Acesso em: 14 jan. 2017.

BUILDINGSMART. BCF intro.Disponível em: <http://www.buildingsmarttech.org/specifications/bcf-releases/bcf-intro>. Acesso em: 25 ago. 2016.

_____ BCF releases.Disponível em: <http://www.buildingsmarttech.org/specifications/bcf-releases>. Acesso em: 5 jan. 2018.

_____ IFC View Definition.Disponível em: <http://www.buildingsmarttech.org/specifications/ifc-view-definition>. Acesso em: 12dez. 2017.

_____ MVD Overview.Disponível em: <http://www.buildingsmarttech.org/specifications/mvd-overview>. Acesso em: 12 dez. 2017.

_____ IFC Introduction.Disponível em: <https://www.buildingsmart.org/about/what-is-openbim/ifc-introduction>. Acesso em: 15 set. 2017.

CAPES. Mestrado Profissional. Disponível em:<http://www.capes.gov.br/acessoainformacao/perguntas-frequentes/avaliacao-da-pos-graduacao/7419-mestrado-profissional>. Acesso em: 02 nov. 2017.

_____ Mestrado Profissional: O que é?. Disponível em:<http://www.capes.gov.br/avaliacao/sobre-a-avaliacao/mestrado-profissional-o-que-e>. Acesso em: 02 nov. 2017.

CATELANI, Wilton Silva.; SANTOS, Eduardo Toledo. Normas brasileiras sobre BIM. **Concreto & Construções**, e. 84, p. 54-59, 2016. Disponível em: < http://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/ebook/edicao84/files/assets/basic-html/page54.html>. Acesso em: 20 jan. 2018.

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM. **BIM project execution planning guide version 2.1**. University Park: The Pennsylvania State University, 2011. 125 p.

CORRÊA, Fabiano Rogerio; SANTOS, Eduardo Toledo. Ontologias na construção civil: uma alternativa para o problema de interoperabilidade com o uso do IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 9, n. 2, p. 7-22, 2014.

SOUZA, Livia Laubmeyer Alves; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin; LYRIO FILHO, Arnaldo Magalhães. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 26-53, 2009.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; JÚNIOR, José Antonio Valle Antunes. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Bookman Editora, 2015.

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

ESTATE MANAGEMENT. **Building Information Modelling (BIM) Execution Plan For University of Cambridge**. University of Cambridge, 2015. 41p.

FARIA, Diego Rastrelli de Gusmão de. **Ferramenta informatizada de apoio à criação de documentos de diretrizes para contratação de empreendimentos em BIM**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.

FARINA, Humberto; COELHO, Karina Matias. Impactos na coordenação de projetos assistida pela modelagem da informação da construção. **VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção-Edificações, Infra-estrutura e Cidade: Do BIM ao CIM**, v. 2, p. 61-74, 2015.

FONTENELE, E. C. **Estudo de caso sobre a gestão do projeto em empresas incorporação e construção.** Dissertação (Mestrado). São Paulo, 2002.

GONÇALVES, Gustavo Carezzato. **Protocolo de gerenciamento BIM nas fases de contratação, projeto e obra em empreendimentos civis baseado na ISO 19650**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.

HORSE AND CARRIAGE UK. Disponível em:<http://picturesandimages.com/content/horse-and-carriage-uk.html>. Acesso em: 3 jul. 2016.

IIVARI, Juhani; VENABLE, John. Action research and design science research-Seemingly similar but decisively dissimilar. In: **ECIS**. 2009. p. 1642-1653.

LOD PLANNER. Disponível em: <https://www.lodplanner.com>. Acesso em: 16 dez. 2018.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **The business value of BIM for construction in major global markets**. Bedford, 2014. 60 p.

MIHIC, M.; SERTIC, J.; ZAVRSKI, I. Integrated project delivery as integration between solution development and solution implementation. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 119, p. 557–565, 2014. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.062>. Acesso em: 20 Jun. 2016.

MIT DEPARTMENT OF FACILITIES. **BIM Execution Plan v6.0**. Massachusetts Institute of Technology, 2016. 33 p.

NBS, NATIONAL BUILDING SPECIFICATION. National BIM Report 2017. Disponível em: <https://www.thenbs.com/-/media/uk/files/pdf/nbs-national-bim-report-2017.pdf'?la=en>. Acesso em: 30 jan. 2017.

NOVAES, C. C. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios.** Workshop Brasileiro de Gestão de Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2001, São Carlos.

OLIVEIRA, Gustavo A. et al. CONTRIBUIÇÃO PARA COORDENAÇÃO DE PROJETOS EM BIM ATRAVÉS DO BFC. **I Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção e 10º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**, 2017. Disponível em:<https://marketingaumentado.com.br/sbtic/files/2017/paper_209.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2018.

OLIVEIRA, Luciana Alves; CARRARO, Marília. Os impactos do processo de projeto na execução e desempenho da fachada. 2015.

PINI WEB. Exercício Profissional e Entidades. Disponível em:<http://piniweb.pini.com.br/construcao/carreira-exercicio-profissional-entidades/artigo291885-1.aspx>. Acesso em: 04 ago. 2016.

RANA INFRA PROJECTS. Disponível em: <http://www.ranainfra.com/images/about-img.jpg>. Acesso em: 17 jul. 2016.

SIMON, Herbert A. **The sciences of the artificial**. MIT press, 1996.

STANGELAND, B. BIM Collaboration Format (BCF). In: BuildingSMART International UserGroup,Disponível em: <http://iug. buildingsmart. org/resources/abu-dhabi-iug-meeting/IDMC_ 017_1. Pdf>.Acesso em: 05 ago. 2017.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling maturity matrix. **Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies, IGI Global**, p. 65-103, 2009.

TECHNE. Desafios do BIM. Disponível em:<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/196/artigo294034-1.aspx>. Acesso em: 02 ago. 2016.

THIOLLENT, Michel. Metodologia da Pesquisa-ação. 1994.

TRELDAL, Niels; PARSIANFAR, Hussain; KARLSHØJ, Jan.Using BCF as a mediator for task management in building design. In: **Proceedings of the International Rilem Conference Materials, Systems and Structures in Civil Engineering 2016**. Rilem publications, 2016. p. 48-59.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, 2005.

VENABLE, John R.; PRIES-HEJE, Jan; BASKERVILLE, Richard. Choosing a Design Science Research Methodology. In: **28th Australasian Conference on Information SystemsIEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science**. University of Tasmania, 2017.

APÊNDICE A – Manual para desenvolvimento de projeto em BIM

O Apêndice A consiste no Artefato proposto como resolução para o problema levantado nesta pesquisa.

O artefato apresenta uma estrutura de numeração de páginas própria. Para manter a organização da dissertação com numeração sequencial, os números de páginas no Manual foram alterados para a cor azul claro, locados no rodapé e centralizados na página.

O documento pode ser acessado na integra em formado aberto na extensão de editor de texto através do link abaixo:

<https://1drv.ms/w/s!Akw3NN9Cu_UahjgGotzN2C3LUEd6?e=UIXweF>

Manual para desenvolvimento de projetos em BIM

<Inserir nome do projeto e imagem>

<Inserir logo do cliente e das empresas que participarão do processo BIM>

<Nome da empresa> I <Endereço da empresa>
<Website da empresa> I <Telefone da empresa> I <E-mail da empresa >

PREFÁCIO

A busca da eficiência, da produtividade e do sucesso no desenvolvimento de projetos exige uma comunicação eficaz entre os agentes que a compõem o processo. Este *Manual para desenvolvimento de projetos em BIM* tem o propósito de contribuir para que a colaboração seja transmitida com clareza e objetividade, estabelecendo regras para desenvolvimento e documentação. Ele traz referências de documentos consolidados no âmbito internacional e agrega normas e legislações nacionais.

Este documento visa ser um instrumento de apoio aos agentes da cadeia da construção, tanto a quem já tem domínio dos conceitos relacionados ao BIM, quanto àquele que precisa de informações mais básicas. Partindo desta premissa, foi organizado para ser um manual prático e didático, sem a necessidade de consultas de arquivos externos ou anexos. Buscando abranger diferentes demandas de desenvolvimento de projeto, tentou-se sempre que possível, sua concepção de forma generalizada.

Este trabalho foi desenvolvido em conjunto com uma dissertação, onde são explicitados os métodos adotados para a composição do manual e as justificativas para as decisões assumidas. O texto auxiliar permite ao usuário final maior facilidade na compreensão auxiliando em possíveis personalizações.

Este documento é produto de pesquisa de Mestrado em Inovação na Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. É Autorizada a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte. A pesquisa pode ser consultado na integra em <http://www.teses.usp.br>.

Gustavo Oliveira
gustavooliveira@usp.br

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 5
1.1 Reunião inicial de projeto 6
1.2 Informações do Empreendimento 6
1.3 Localização 7
1.4 Equipe do Projeto 7
1.5 Infraestrutura tecnológica 8
2 OBJETIVOS 9
2.1 Objetivos principais 9
2.2 Usos do BIM 9
3 COLABORAÇÃO 11
3.1 Repositório de arquivos eletrônicos 12
3.2 Intercâmbio de informações 12
3.3 Mapa de processos 13
3.4 Fluxos de trabalho 15
3.5 Clash Detection 16
3.6 Requisitos de dados BIM I Diretrizes de modelagem 17
3.7 Levantamento quantitativo 20
3.8 Controle de qualidade 23
4 PADRÕES 24
4.1 Nomenclatura dos Arquivos 24
4.2 Objetos e parâmetros 28
4.3 Estrutura do modelo 29
4.4 Sistema de medidas e coordenadas 31
4.5 Entregáveis 32
4.6 Folhas e carimbo padrão 33

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

5 BOAS PRÁTICAS 35

6 CONTROLE DE REVISÕES 37

GLOSSÁRIO 38

REFERÊNCIAS 43

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

1 INTRODUÇÃO

Este manual tem como objetivos principais auxiliar nos procedimentos necessários para a produção de modelos Building Information Modeling (BIM) e promover a integração entre as diferentes especialidades envolvidas no processo de projeto de edificações. É proposta uma organização dos critérios de apresentação dos modelos desenvolvidos, buscando a padronização e facilitando a compreensão das trocas de informações geradas no processo BIM.

As diretrizes estabelecidas são fundamentadas em documentos internacionais como International Organization for Standardization (ISO), American Institute of Architects (AIA), BuildingSMART, Penn State University (PSU), adaptados às condições e metodologias de trabalho nacionais, por meio de documentos e normas brasileiras como Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Associação Brasileira de Escritórios dos Arquitetura (ASBEA), Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) entre outros.

O manual está organizado em torno de quatro principais tópicos: **Introdução**, onde constam os dados fixos do projeto fornecidos pelo cliente para consultas futuras, **Objetivos**, constituído pela determinação dos usos gerais e específicos do modelo, **Colaboração**, onde são estabelecidos os fluxos de trabalho e por fim, **Padrões**, onde estão organizados critérios para uniformização do conteúdo gerado. Ao final, foi criado um guia de Boas Práticas e um pequeno glossário, onde o leitor que não possui domínio sobre os conceitos básicos do BIM possa esclarecer suas dúvidas iniciais e agilizar sua inserção no processo.

O conteúdo aqui apresentado deverá ser avaliado no inicio do projeto, e, dependendo da necessidade, poderão ser criados padrões específicos, tendo como base à organização aqui proposta. Ao longo do documento foram incluídas notas da cor azul, compreendidas pelos símbolos matemáticos "menor que" e "maior que", conforme exemplo: <texto texto texto>. Estes campos operam como um lembrete e deverão ser preenchidos ou deletados para a uso inicial do documento.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

1.1 Reunião inicial de projeto

É essencial o agendamento de uma reunião de início de projeto, onde deverão estar presentes os membros das equipes BIM das diferentes especialidades. Neste encontro serão discutidos o estabelecimento de regras e métodos de trabalho, a fim de apresentar diretrizes necessárias para um bom fluxo de trabalho entre projetistas e cliente.

Nesta reunião, o conteúdo deste manual será avaliado e moldado conforme necessidades particulares. É de extrema importância que todos os envolvidos estejam de acordo com os itens aqui consolidados para que os objetivos propostos sejam alcançados.

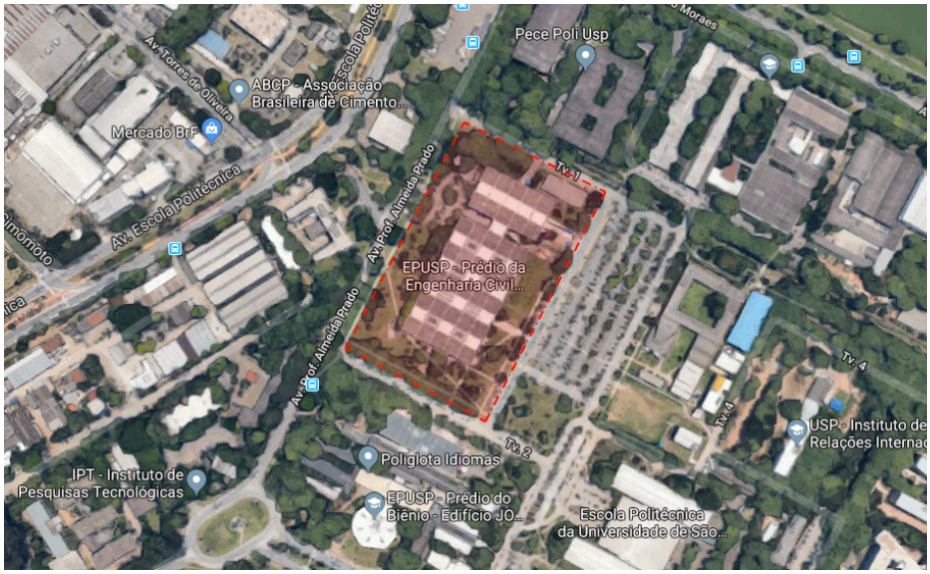
1.2 Informações do Empreendimento

Preencher o quadro abaixo com os dados fornecido pelo cliente.

Nome do projeto	<Prédio POLI>
Código do Projeto	<19001>
Endereço	<Av. Prof. Almeida Prado n.83, Butantã I São Paulo – SP>
Tipologia	<Institucional I Residencial I Comercial I Serviços I Uso Misto>
Descrição Geral	<2 Torres institucionais para abrigar salas de aula>
Área Total do terreno	<200.00,00m²>
Área Total construída	<150.00,00m²>
Número de pavimentos	<Torre A 5 pav. I Torre B 8 pav. I Térreo I 2 Subsolos>
Número de unid./pav.	<Torre A 2 unidades por pavimento I Torre B 1 unidade por pavimento>
Total de unidades	<Torre A 10 I Torre B 8 I Total 18 unidades>
Número de vagas	<00 vagas I 00 PNE I 00 Motos I 00 Bicicletas>
Áreas comuns	<Auditório I Salas de reunião I Laboratório I Piscina I Quadra>
Unidades	<Sala de aula I Banheiros I Área de Serviço>

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

1.3 Localização



1.4 Equipe do Projeto

Preencher o quatro abaixo com os dados do cliente e projetistas contratados.

Disciplina	Empresa	Contato	E-mail	Telefone
Cliente	<POLI-USP>	<Gustavo Oliveira>	<email@usp.br>	<XX.XXXX-XXXX>
Arquitetura				
Automação				
Climatização				
Elétrica				
Estrutura				
Hidráulica				

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

1.5 Infraestrutura tecnológica

Incluir Softwares, versões e formatos de arquivos para todas as disciplinas envolvidas. Os formatos de entrada e saída deverão ser preenchidos conforme definições presentes no item 4.5 deste documento.

Disciplina	Software	Versão	Entrada	Saída
Cliente	<Solibri>	<v9.8>	<IFC>	<SMC>
Arquitetura	<ArchiCAD>	<22>	<IFC, PDF>	<IFC, PDF>
Automação	<Revit>	<2018>	<IFC >	<IFC, PDF>
Climatização				
Elétrica				
Estrutura				
Hidráulica				

Após definições iniciais, a alteração ou atualização de Softwares para novas versões deverá ser de comum acordo para todas as disciplinas, visando evitar problemas com os fluxos de interoperabilidade.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos principais

<indicar neste campo os principais objetivos a serem alcançados com o processo BIM para o cliente e para os projetistas. Exemplos: diminuir erros de obra, compatibilização de projetos, extração de quantitativos, orçamentos, simulações construtivas entre outros. >

2.2 Usos do BIM

Após definição dos objetivos principais, deverão ser analisados e identificados os usos do BIM correspondentes para atingir a meta. Apontar com um “X” os usos do BIM pretendidos na tabela.

Os modelos estarão autorizados exclusivamente para os usos demarcados e estabelecidos previamente em contrato delimitados pelos objetivos principais propostos. Os autores não se responsabilizam pela utilização dos modelos para usos não consentidos.

A tabela abaixo foi desenvolvida baseada nos Usos do BIM proposto pela PSU.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Usos do Bim no Projeto		**Usos do BIM**
Planejamento		Modelagem de condições existentes
	X	Estimativas de custos
		Planejamentos de fases
		Programação
		Análises Locais
	X	Revisão de Projetos
Projeto	X	Design Autoral
		Análise Estrutural
		Análise Luminotécnica
		Análise Energética
		Análise Mecânica
		Análise de outras Engenharias
		Avaliação LEED Sustentabilidade
		Validação de códigos
	X	Coordenação 3D
Construção		Planejamento de Utilização no local
		Projeto do Sistema Construção
		Fabricação Digital
		Controle 3D e Planejamento
Operação		Modelagem de Registros
		Planejamento de Manutenção
		Análise do Sistema Construção
		Gestão de Ativos
		Gerenciamento de Espaços / Rastreamento
		Planejamento contra Desastres

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

3 COLABORAÇÃO

A comunicação da informação é baseada em duas vertentes, quem a produz e quem a consome. Dentro desta abordagem, os dados deverão ser compreendidos em duas circunstâncias:

- De Projetista para Projetista: Modelos usados como base para construção de outros modelos, interações entre estes ou simulações.

- De Projetista para Cliente: Modelos usados para extração de informações, simulações, documentação e operação.

O processo de colaboração será baseado nos usos propostos para os modelos. Neste capítulo serão atribuídas as responsabilidades propostas para cada etapa entre os agentes envolvidos no processo.

Uso	**Etapa de Projeto**				
	EV	EP	AP	PL	PE
Estimativa de custos		X			X
Revisão de projetos		X	X	X	X
Design Autoral	X	X	X		X
Coordenação 3D		X	X		X

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

3.1 Repositório de arquivos eletrônicos

Todos os arquivos, modelos e desenhos de documentação, serão disponibilizados através de um repositório de arquivos eletrônicos onde todos os agentes envolvidos terão acesso a qualquer informação. <descrever o sistema para armazenagem de compartilhamento de arquivos adotado e métodos de acesso. Exemplos: Tekla BIMsight, Trimble Connect, Bimsync, Autodesk 360, BIM Server, Autodoc, Citadon, Sadp. >

Endereço:
Login:
Senha:

3.2 Intercâmbio de informações

Todos os procedimentos de trocas de informações adotarão padrões abertos não proprietários. Os modelos serão baseados no esquema IFC e os registros de comentários entre os agentes serão estabelecidos através do formato BCF.

O BCF é uma extensão que codifica mensagens entre diferentes softwares dentro do ambiente BIM, possibilitando separar a parte da comunicação da parte de modelagem. Uma vez que não existe a necessidade de compartilhar o modelo por completo, o tamanho dos arquivos é reduzido, poupando espaço no servidor ou na rede.

Para os softwares que não possuem a opção de trabalho em BCF incluídos, poderão ser usados plug-ins para tal função, como o BIMcollab, disponível gratuitamente para download em https://www.bimcollab.com, o BCFfier encontrado em https://bcfier.com, entre outros.

Recomenda-se no inicio de projeto, realizar um fase de experimentação entre softwares e plug-ins adotados pelas disciplinas, identificando possíveis dificuldades e validando as ferramentas assumidas.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

A construção Virtual do modelo, ou seja, a junção dos modelos de todas as disciplinas, será desenvolvida através de um modelo federado. A coordenação BIM será responsável pela vinculação dos modelos IFC em software específico para a visualização.

Para a compatibilização básica isolada, as disciplinas poderão usar os modelos de forma individual conforme demanda nos softwares que compreenderem ser mais conveniente.

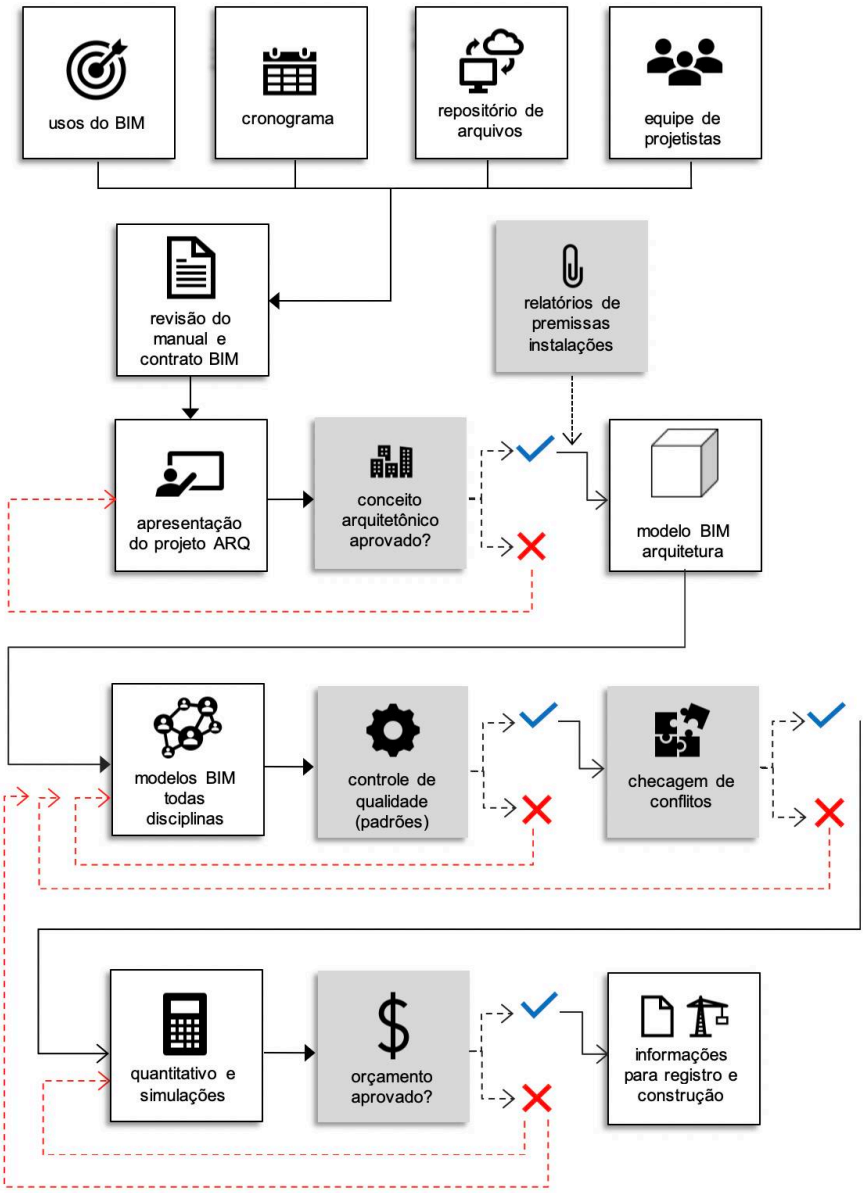
3.3 Mapa de processos

O diagrama é uma ferramenta didática de suporte às equipes na compreensão das atividades e na discussão de ideias estratégicas, pois descreve visualmente o fluxo de trabalho geral e a sequencia de eventos no processo BIM estabelecido.

O mapeamento começa com os dados indispensáveis para a revisão do manual BIM e firmação do contrato, se encerra com as dados necessários para registro e construção conforme os objetivos instituídos.

Legenda mapa de processos	
	Atividade
	Análise de atendimento ao objetivo
	Objetivo atingido
	Objetivo não atendido
	Ciclo continua
	Ciclo bifurca
	Ciclo retrocede

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

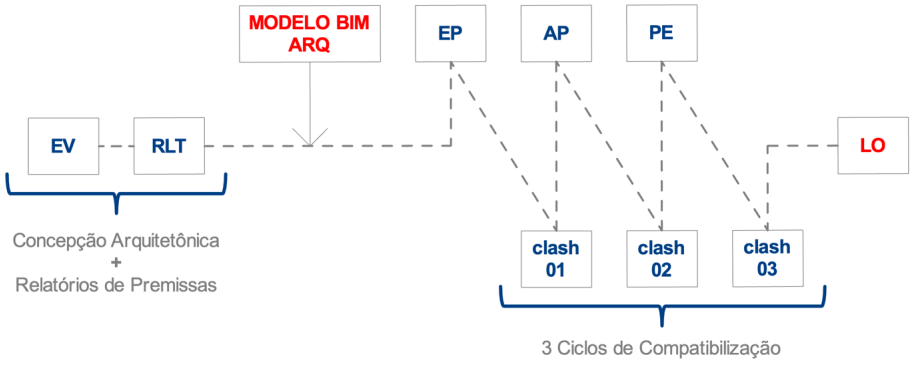


© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

3.4 Fluxos de trabalho

Serão adotadas as etapas de projeto conforme ABNT NBR 16636-2/2017, Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 2: Projeto arquitetônico.

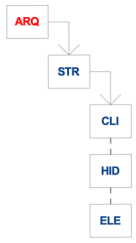
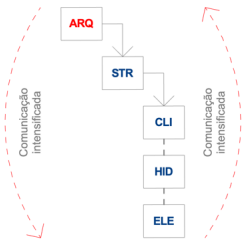
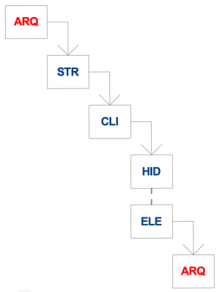
A disciplina de Arquitetura será a responsável pela primeira emissão do modelo BIM que deverá servir como base para os modelos das demais disciplinas. Após a primeira emissão de cada empresa é proposto três rodadas de Clash Detection, a ser realizada no final de cada etapa de projeto. O fluxograma abaixo ilustra o processo.



Dentro de cada etapa é estabelecida uma hierarquia de entregas que deverá ser consolidada na emissão do cronograma de projetos.

No quadro abaixo, as disciplinas que estão acima deverão ser entregues necessariamente anteriormente às subsequentes, enquanto o espaçamento horizontal dentro de cada etapa representa um espaço de tempo necessário a ser previsto em cronograma. Os campos que não apresentam o espaçamento horizontal poderão ser entregues simultaneamente sem prejuízo ao andamento do processo.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

	Etapa de Projeto			
	EV	EP	AP	PE
Fluxos de trabalho e Hierarquias de entregas				

3.5 Clash Detection

Para a realização dos clashes será considerada uma hierarquia de disciplinas, onde as disciplinas com maior grau de dificuldade de flexibilidade e alteração terão prioridade sobre as demais. A sequência estabelecida foi a seguinte:

ARQ **>** STR **>** CLI **>** HID **>** ELE

Visando auxiliar as disciplinas, na reunião de inicio de projeto, o quadro abaixo deverá ser preenchido com os principais filtros e regras que serão consideradas na detecção de conflitos.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Quadro de filtros para clashes					
Disciplina	ARQ	STR	CLI	HID	ELE
ARQ		Considerar conflitos entre STR apenas para: - Forros - Portas - Caixilhos	Desconsiderar conflitos: - Forros x Difusores - Grelhas x Paredes - Elementos flexíveis	Desconsiderar conflitos: - Forros x Sprinklers - Instalações embutidas na alvenaria com recobrimento mín. de 2cm	Desconsiderar conflitos: - Entre eletrodutos menores que 2cm - Luminárias embutidas x Forros - Interruptores e Tomada (exceto em alvenaria corta fogo ou vidro)
STR					
CLI					
HID					
ELE					

3.6 Requisitos de dados BIM I Diretrizes de modelagem

Para os Níveis de Desenvolvimento (ND), será adotado como padrão as definições de Level of Development (LOD) e seus usos autorizados conforme propostas pela AIA.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Ilustração					
LOD	**100** Equivale ao Projeto Conceitual. O modelo consistirá das massas totais das edificações.	**200** Similar ao projeto esquemático. O modelo consistirá de sistemas genéricos ou montagens com quantidades aproximadas, tamanhos, forma, localização e orientação.	**300** Os elementos do modelo definirão as montagens de modo preciso em termos de quantidades, tamanhos, forma, localização e orientação. Informações não geométricas podem ser relacionadas aos objetos.	**400** Os elementos do Modelo definirão as montagens de modo preciso em termos de quantidades, tamanhos, forma, localização e orientação, e incluirão informações completas e detalhadas sobre fabricação e montagens. Informações não-geométricas podem ser relacionadas aos objetos.	**500** Equivale ao *As-built*. O nível final de desenvolvimento que representa o projeto como ele foi realmente construído. O modelo servirá para a gestão da manutenção e da operação da edificação ou instalação.
Usos autorizados	**Análises:** das edificações completas (Volumes, orientações, custos por metro quadrado, etc.) **Estimativas de custos:** baseadas em taxas médias e valores históricos de empreendimentos assemelhados **Planejamento:** definição de fases e duração total	**Análises:** de sistemas específicos, pela aplicação de critérios genéricos de desempenho. **Estimativas de custos:** volumes e quantidades de tipos de elementos. **Planejamento:** definição da ordem de contrução, aparência dos principais elementos e sistemas, na escala do tempo.	**Construção:** O modelo servirá para a geração dos documentos tradicionais para a construção e a contratação. **Análises:** As análises podem ser realizadas para elementos e sistemas detalhados. **Estimativas de custos:** Podem ser realizadas com base em dados específicos fornecidos e técnicas conceituais. **Planejamento:** Ordenação da construção, aparência de elementos e sistemas detalhados.	**Construção:** Os elementos do modelo são representações virtuais dos elementos especificados. **Análises:** O desempenho do modelo pode ser analisado e aprovado para sistemas específicos com base em elementos especificados. **Estimativas de custos:** Custos são baseados no custo de venda atualizado de elementos específicos. **Planejamento:** Ordenação da construção, aparência de elementos e sistemas detalhados, incluindo métodos e sistemas construtivos.	

Em complementação aos LODs, também serão considerados como conteúdo mínimo para cada etapa de projeto os itens dispostos no quadro abaixo. Os itens poderão ser adequados a critério do cliente e questões contratuais firmadas com os projetistas.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Disciplina	**Etapa de Projeto x Conteúdo**			
	EV	EP	AP	PE
ARQ	- Apresentação do Projeto; - Descrição do empreendimento, informando as principais características; - Localização; - Tabela de áreas;	- Plantas de todos os pavimentos; - Cortes; - Elevações; - Validação do caminhamento de entrada dos grandes equipamentos;	- Itens da etapa anterior compatibilizados com demais disciplinas; - Paginação de forro; - Paginação de piso; - Mapa de Caixilhos; -Informações sobre larguras de portas, necessidades de ventilação, visores, etc.;	- Projeto executivo; - Detalhamento;
STR	- Formas Preliminares; - Opções estruturais	- Pré-formas de todos os pavimentos;	- Formas de todos os pavimentos; - Eixos de construção; - Locação; - Cargas;	- Formas de todos os pavimentos; - Detalhes; -Armação - Fundação
CLI	- Relatório de Premissas; - Eventuais desenhos e croquis;	- Layout áreas técnicas; - Definição de shafts; - Principais Dutos;	- Definição de dutos; - Indicação de grelhas e difusores; - Informações sobre larguras de portas, necessidades de ventilação, visores, etc. - Indicação dos pontos de força com as cargas elétricas;	- Projeto executivo; - Detalhamento;
HID	- Relatório técnico de diagnostico; - Estudo dos shafts, posição e dimensões;	- Layout de salas e áreas técnicas; - Locação das Prumadas hidráulicas; - Locação das ERP, válvulas VGAs, válvulas setoriais e estação redutora de pressão; - Indicação dos caminhamentos principais; - Dispositivos de captação; - Locação de hidrantes, mangotinhos e cilindros de gás inerte;	- Elaboração de todos os traçados das instalações externas aos ambientes hidráulicos; - Elaboração dos detalhes de esgoto dos ambientes hidráulicos; - Indicação dos condutores e prumadas do sistema de captação pluvial; - Posicionamento dos sprinklers; - Indicação dos traçados dos ramais secundários do sistema de sprinkler; - Rede de hidrantes;	- Elaboração dos isométricos ou vistas dos ambientes hidráulicos; - Elaboração dos fluxogramas gerais e esquemas verticais; - Detalhamento das salas técnicas; - Detalhes típicos e construtivos; - Interligação dos sprinklers com os ramais secundários; - Indicação dos suportes do sistema de chuveiros automáticos;
ELE	- Relatório técnico de diagnostico; - Necessidades das áreas técnicas que interfiram com outras disciplinas; - Estudo dos shafts, posição e dimensões; - Loteamento dos espaços de entreforro; - Indicação de altura mínima de entreforro; - Diagramas gerais e fluxogramas;	- Layout de salas e áreas técnicas; - Locação dos quadros de distribuição e força; - Indicação dos caminhamentos principais incluindo eletrocalhas e barramentos blindados, feixes de eletrodutos e leitos de cabos;	- Locação dos pontos elétricos; - Indicação dos caminhamentos com perfilados e eletrodutos com diâmetro igual ou superior a 2"; - Definição dos circuitos elétricos; - Pré-dimensionamento dos condutos elétricos; - Infraestrutura de alimentadores; - Projeto luminotécnico:	- Acréscimo dos eletrodutos de distribuição; - Indicação da fiação na distribuição; - Elaboração da tabela de cabos dos circuitos alimentadores; - Elaboração dos diagramas gerais e esquemas verticais; - Detalhamento das salas técnicas; - Detalhes típicos e construtivos;

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

3.7 Levantamento quantitativo

A responsabilidade pelo levantamento quantitativo será da disciplina que executar a modelagem do elemento. Deverá possibilitar através do modelo IFC a leitura dos elementos com suas respectivas unidades de medida indicados no quadro abaixo.

É imprescindível o uso do recurso de tabelas dentro dos próprios softwares de modelagem para conferência antes da exportação para o modelo IFC. Os dados gerados deverão ser validados em software específico para esta função antes do cadastramento do arquivo.

Os itens e unidades de medida propostos poderão ser alterados para se adaptar às necessidades e padrões do cliente.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Disciplina	Código EAP	Elemento	Unidade de medida
Arquitetura		Alvenaria	metro²
		Divisórias e Dry-wall	metro²
		Caixilhos, portas e janelas	unidade
		Louças, metais e acessórios	unidade
		Gradil	metro²
		Corrimão e Guarda corpo	Metro linear
		Forro	metro²
		Revestimento de parede	metro²
		Revestimento de piso	metro²
		Bancada	unidade
		Rodapé	Metro linear
		Soleiras e baguetes	unidade
		Vagas de estacionamento	unidade
		Acessórios e equipamentos	unidade
Estrutura		Pilares	unidade / volume
		Vigas	unidade / volume
		Lajes	metro² / volume
		Rampas	metro² / volume
		Escadas	unidade / volume
		Blocos e Sapatas	unidade / volume
		Estacas	unidade / volume
Climatização		Tubulação	Metro linear
		Dutos rígidos	Metro linear
		Dutos flexíveis	Metro linear
		Conexões de dutos	unidade
		Grelhas	unidade
		Difusores	unidade
		Condensadoras	unidade
		Ventiladores	unidade

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

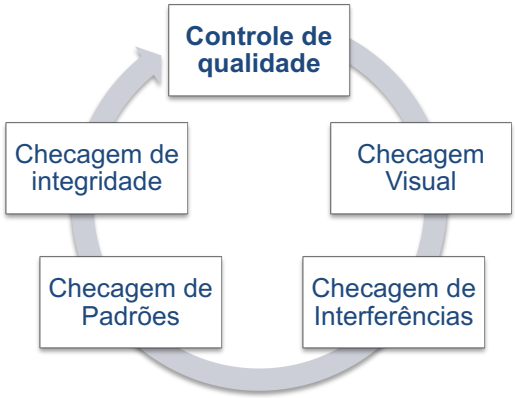
		Evaporadoras	unidade
		Dampers	unidade
Elétrica		Eletrocalhas	Metro linear
		Eletrodutos	Metro linear
		Conexões	unidade
		Caixas de passagem	unidade
		Caixas de distribuição / Painéis	unidade
		Detectores de incêndio	unidade
		Interruptores e tomadas	unidade
		Luminárias	unidade
		Sensores de presença	unidade
		Luminárias e lâmpadas	unidade
		Busway	unidade
		Geradores	unidade
		Transformadores	unidade
Hidráulica		Tubulação	Metro linear
		Conexões de tubo	unidade
		Registros e válvulas	unidade
		Caixas e ralos	unidade
		Bombas	unidade
		Acionadores de bico	unidade
		Sprinkler	unidade

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

3.8 Controle de qualidade

Os procedimentos de controle de qualidade deverão ser monitorados periodicamente por cada disciplina durante o curso do projeto. Cada empresa será responsável pelas informações contidas e qualidade de seus respectivos modelos BIM. A coordenação BIM poderá solicitar revisões nos modelos caso identifique inconsistência nos dados precisos para alcançar o escopo estabelecido.

O controle de qualidade será baseado nos seguintes itens:



- checagem visual: verificação se existem elementos deslocados, seja elementos 3D ou elementos de anotação 2D;
- checagem de interferências: para analisar conflitos entre elementos, para elementos pertencentes à mesma disciplina e entre elementos de disciplinas distintas;
- checagem de padrões: conforme estabelecidos no item 4 deste documento;
- checagem integridade: garantindo que todas as informações necessárias para atingir o objetivo especificado no item 2.1 estejam presentes nos modelos de acordo com o momento e fase do projeto;

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

4 PADRÕES

Este capítulo refere-se à padronização do modelo com relação à nomenclatura, divisão e localização.

4.1 Nomenclatura dos Arquivos

A nomenclatura dos arquivos deverá ser de acordo com o quadro abaixo, sem espaçamentos e respeitando o número de caracteres estabelecidos.

18001	**-**	**ARQ**	**-**	**EP**	**-**	**1001**	**-**	**MOD**	**-**	**R01**	**.**	**IFC**
a. Código do Projeto		b. Disciplina		c. Etapa do Projeto		d. Número do arquivo		e. Descrição do Conteúdo		f. Número da Revisão		g. Formato do Arquivo

Exemplo:
Modelo IFC da disciplina de Arquitetura na revisão 01 do Estudo preliminar.
18001-ARQ-EP-1001-MOD-R01.ifc

a. Código do projeto:
Número determinado pelo coordenador de projeto ou pelo cliente.
Os dois primeiros números se referem ao ano de início do desenvolvimento do projeto.

b. Disciplina:
Sigla do agente representada por três letras maiúsculas. Será adotado padrão de siglas conforme o Manual Asbea de Diretrizes Gerais para Intercambialidade de Projetos em CAD.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Sigla	Disciplina
TLV	Topografia
ARQ	Arquitetura
VED	Vedações
STR	Estrutura
ELE	Elétrica
MEC	Instalações mecânicas
CLI	Ar-condicionado
HID	Hidráulicas
OCX	Caixilharia
___	Para demais disciplinas, ver documento mencionado

c. Etapa do Projeto:

Será adotado padrão de abreviação conforme ABNT NBR 16636-2/2017, Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 2: Projeto arquitetônico.

Sigla	Etapa
LV	Levantamento de dados
PN	Programa de necessidades
EV	Estudo de viabilidade
EP	Estudo preliminar
AP	Anteprojeto
PL	Projeto para licenciamentos
PE	Projeto executivo

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

d. Número do Arquivo:

Nenhum arquivo deverá possuir a mesma numeração. Para os modelos a numeração será definida na reunião inicial de projeto de acordo com a divisão de arquivos estabelecida no item específico.

Para as folhas adotar o formato lógico de séries. As séries poderão ser personalizadas de acordo com as necessidades e padrões internos de cada empresa. A numeração será de forma crescente segundo avanços das etapas de projeto, conforme exemplo no quadro abaixo:

Série	Conteúdo
0000	Índices, legendas e tabelas gerais
1000	Locação, Implantação e Plantas gerais
2000	Cortes
3000	Elevações
4000	Ampliações
5000	Detalhamento de forros
6100	Detalhamento de esquadrias de alumínio
6200	Detalhamento de esquadrias de alumínio veneziana
6300	Detalhamento de esquadrias de ferro
6400	Detalhamento de esquadrias de madeira
6500	Detalhamento de portas corta-fogo
6600	Detalhamento de grelhas
7000	Detalhes construtivos

e. Descrição do conteúdo:

Descrição em três caracteres maiúsculos podendo descrever o conteúdo do arquivo ou sua localização.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Sigla	Localização	Sigla	Conteúdo
1SS	Primeiro Subsolo	MOD	Modelos 3D
TER	Térreo	AMP	Ampliação
MEZ	Mezanino	CRT	Cortes
TIP	Tipo	DIG	Diagramas
01P	Primeiro Pavimento	IMP	Implantação
DUI	Duplex Inferior	ELV	Elevação
DUS	Duplex Superior	PLA	Planta Baixa
COB	Cobertura	FOR	Planta de Forro
ATC	Ático	EMB	Embasamento
CXA	Caixa d'água		
BLA	Bloco A		
BL1	Bloco 1		
ST1	Setor 1		
FS1	Fase 1		

f. Número da Revisão:

Código da revisão. R em maiúsculo seguido pelo número da revisão.

Exemplo: R01, R02, R03.

g. Formato do Arquivo:

Formato no qual o arquivo foi gerado.

Exemplo: IFC, DWF, PLN, RVT, PDF, DWG, JPG, DOC, XLS, PPT e etc.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

4.2 Objetos e parâmetros

Os objetos e elementos de construção serão nomeados de forma clara, indicando facilmente a que se referem. Deverão conter no mínimo as informações de parâmetros e classificação instituídas pela Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção, ABNT/CEE-134.

Poderão ser exigidas informações adicionais de acordo com os padrões e necessidades do cliente, para estes casos, os campos adotados para inclusão dos parâmetros deverão ser mapeados com parâmetros correspondentes dentro do esquema IFC.

<as normas ABNT não foram referenciadas por estarem em processo de desenvolvimento. Deverão ser indicadas neste capítulo quando oficialmente publicadas. O quadro abaixo deverá ser atualizado de acordo com composição das normativas>

Parâmetro	**Informação**
Nome	<Bacia com caixa acoplada>
Dimensões (A , C, L)	<Altura: 400 I Comprimento: 650 I Largura: 350>
Descrição	<Bacia com caixa acoplada, saída horizontal, cor branca>
Fabricante	<Deca>
Modelo	<Nuova I P.133.17>
Categoria	<Plumbing Fixtures>
Código EAP (Estrutura analítica do projeto)	<00 00 00>
Classificação ABNT	<0A 00 00 00 00>

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

4.3 Estrutura do modelo

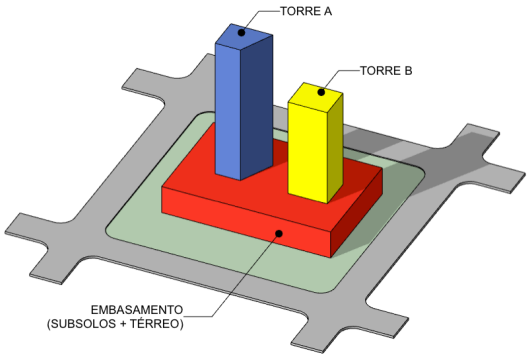
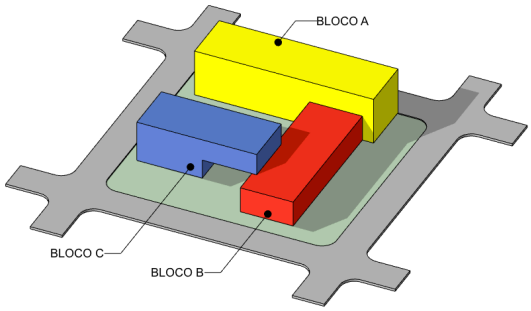
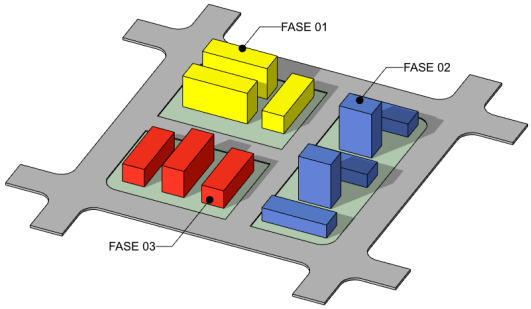
Além da divisão dos modelos por disciplina, os modelos poderão ser subdivididos de acordo com as necessidades e escala do projeto, visando evitar a criação de modelos pesados e consequentemente de difícil manipulação.

A divisão deverá ser determinada pela Coordenação BIM em conjunto com a equipe de disciplinas na reunião inicial de projeto. Uma vez definida a estrutura, todas as disciplinas deverão adotar o mesmo critério de separação.

<incluir uma descrição do esquema de divisão de modelo definido. Exemplo: O modelo será decomposto com uma divisão setorial vertical em três arquivos, Embasamento (EMB), Torre A (TRA) e Torre B (TRB).>

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Exemplos de divisão de modelos:

Tipo de divisão	Exemplo
Divisão setorial Vertical EMB+TRA+TRB.	O modelo é dividido entre embasamento e torres do projeto. 
Divisão setorial Horizontal BLA+BLB+BLC	O modelo é dividido em blocos. 
Divisão por Faseamento FS1+FS2 +FS3	O modelo é dividido conforme as fases de execução da obra. 

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

4.4 Sistema de medidas e coordenadas

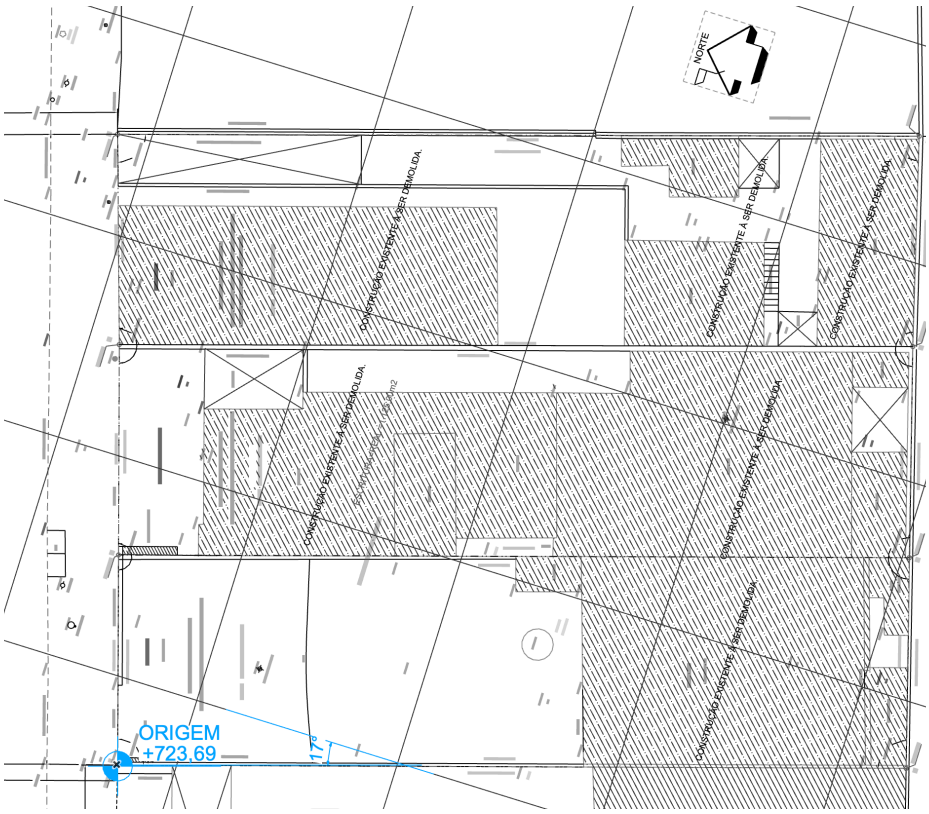
Será adotado o sistema métrico decimal. Todas as disciplinas deverão seguir o ponto de origem estabelecido. Uma vez definido o ponto de origem, não deverá ser alterado durante o desenvolvimento dos projetos.

As coordenadas do modelo serão definidas inicialmente pela disciplina de Arquitetura. O arquivo de referência será disponibilizado no sistema de compartilhamento de arquivos eletrônicos conforme descrito no Item **3.1** deste manual. Recomenda-se que os envolvidos realizem testes interdisciplinares confrontando as coordenadas do arquivo IFC gerado como o ponto de origem estabelecido, evitando retrabalho para todos os agentes participantes durante o processo de projeto.

As cotas de nível dos projetos deverão estar referenciadas às coordenadas estabelecidas.

<descrever localização do ponto de origem para o projeto e incluir imagem ilustrativa. Exemplo: O local escolhido para o ponto de origem será o vértice 1 do Levantamento Planialtimétrico, sistema de coordenadas referente a latitude 47° 33' 34,9488" N e longitude 19° 3' 17,2044" L. Será adotada a cota real em relação ao nível do mar, 723,69m. Para melhor apresentação e compreensão do projeto, o modelo será rotacionado no sentido anti-horário em 73° em relação Norte verdadeiro do terreno.>

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.



4.5 Entregáveis

Todos os modelos 3D deverão ser entregues em duas versões, no formato IFC. Para desenhos bidimensionais será adotado o formato PDF para plotagens e documentação para uso das disciplinas que não farão parte do processo BIM.

A frequência de entregas e formatos por etapa deverá ser estabelecida no início do desenvolvimento do projeto pela equipe de coordenação. Recomenda-se o uso de um repositório de arquivos que possibilite a sincronização em tempo real dos modelos.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

A critério da coordenação de projetos, poderão ser definidos novos formatos de entregáveis em substituição ou complementação. Como exemplos:

- Maquetes
- Imagens
- Vídeos
- Mídias para Realidade Virtual (RV)
- Realidade aumentada (RA)
- Nuvem de pontos
- Outros

Entregáveis		
Tipo	**Extensão**	**Frequência**
Modelo BIM (3D)	<Modelo IFC>	<Mensalmente>
Folhas para documentação (2D)	<PDF>	<Seguirá cronograma das etapas de projeto>
Demais documentos	<JPG, DOC, PPT, XLS e outros>	<Conforme demanda>

4.6 Folhas e carimbo padrão

Para as folhas de desenho serão seguidos os formatos normalizados pela ABNT NBR 10068:1987. Com relação ao carimbo e legenda padrão serão empregadas as informações mínimas conforme prescrito na Norma ABNT NBR 6492:1994.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

As folhas padrão do projeto e o carimbo, serão disponibilizadas no sistema de compartilhamento de arquivos eletrônicos, item 3.1. Todas as disciplinas deverão adotar o modelo estabelecido visando a uniformização da documentação.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

5 BOAS PRÁTICAS

Neste capítulo estão descritas algumas recomendações para facilitar o processo de modelagem BIM. Os itens explicitados agilizam a produtividade e melhoram a qualidade e desempenho dos modelos. Para facilitar a compreensão foram divididos em 3 categorias: Preceitos, Desempenho e Organização.

<todos os agentes envolvidos poderão contribuir para a criação de novos itens, discutir em reunião e enquadrar dentro do subgrupo adequado>

Preceitos:

- Salvar o arquivo com intervalos próximos para evitar perda de trabalho por possíveis imprevistos.
- Reiniciar o software ao menos 1 vez ao dia, liberando a memória alocada.
- Incluir no cronograma de projeto uma etapa para verificação do modelo e controle de qualidade, conforme descrito no item **0**.

Desempenho:

- Equalizar a necessidade da volumetria modelada, muitos elementos podem e devem ser representados apenas em 2D.
- Minimizar o uso de geometrias importadas (CAD e outros)
- Utilizar com cautela objetos de bibliotecas externas oriundos da internet para não sobrecarregar o arquivo. Checar tamanho dos objetos antes de inseri-los.
- Para importação de arquivos grandes, limpar o que não for indispensável antes da introdução.
- Remover arquivos links quando não estiverem sendo usados.
- Em cortes e vistas limitar a profundidade, evitando cálculo de processamentos extras.
- Desligar cores e sombras para as vistas que não for necessário.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

- Reduzir o número de vistas abertas, fechar todas as vistas que não estiverem sendo utilizadas.
- Para os elementos que necessitam ser exportados para DWF/DWG em cores, utilizar uma das 256 cores do AutoCAD index color.

Organização:

- Verificar coordenadas: Origem, localização do projeto e Norte. Checar no software de origem e no modelo IFC gerado.
- Preencher em local específico os campos de informações do projeto e garantir o mapeamento de tais informações no modelo IFC.
- Verificar padrão de nomenclatura dos seguintes elementos: pastas, arquivos, objetos, folhas, vistas e elementos 2D de documentação.
- Verificar se objetos criados estão categorizados corretamente quando exportando para a extensão IFC.
- Os objetos deverão estar associados ao nível de inserção ou de acordo com a real sequência construtiva.
- Verificar modelagem dos elementos: intersecção de paredes, linhas sobrepostas, elementos duplicados e limpar objetos desnecessários.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

6 CONTROLE DE REVISÕES

A tabela abaixo deve ser utilizada para registrar as modificações futuras no documento. No inicio do trabalho, a equipe de projeto deverá avaliar as alterações específicas necessárias para o desenvolvimento do projeto a ser iniciado. Qualquer alteração posterior deverá ser de comum acordo para todos os contatos presentes na seção 1.4 deste, a fim de garantir o comprometimento de todos com os objetivos iniciais instituídos.

Responsável	Descrição	Data	Revisão
<Gustavo Oliveira>	<Emissão Inicial do documento>	<dd.mm.aa>	<R00>
<nome>	<descrever modificações realizadas>	<dd.mm.aa>	<R01>

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

GLOSSÁRIO

Este campo é um guia com os principais termos BIM. Para o esclarecimento de dúvidas adicionais, recomenda-se consultar o website https://bimdictionary.com, fonte das definições aqui apresentadas.

Ambiente de Modelagem Federado

Uma fonte de informação única para um empreendimento ou ativo, usada para coletar, armazenar e permitir acesso controlado a informação baseada em modelo pelas partes interessadas do empreendimento ou ativo. Um Ambiente de Modelagem Federado difere de um Ambiente de Documentos Compartilhado por permitir a isolamento de Informações Estruturadas do Empreendimento por Uso do Modelo.

buildingSMART

Uma organização internacional que visa promover o intercâmbio de dados interoperável, aberto e não proprietário entre aplicativos usados na indústria da construção. A buildingSMART está envolvida no desenvolvimento do Industry Foundation Classes, do Dicionário de Dados buildingSMART (bSDD) e do Information Delivery Manual (IDM).

Detecção de Interferências

Um Uso do Modelo representando o uso de Modelos 3D para coordenar diferentes disciplinas (p. ex., estruturas e ar-condicionado) e para identificar/resolver possíveis conflitos entre elementos virtuais antes da construção ou fabricação reais.

Empreendimento BIM Colaborativo

Um Empreendimento BIM multidisciplinar que gira em torno do uso de Aplicativos BIM para geração e intercâmbio de modelos baseados em objetos, ricos em dados. Um Empreendimento BIM Colaborativo depende da disponibilidade de outras tecnologias habilitadoras (ex. Visualizadores de Modelo ou Servidores de Modelo), fluxos de trabalho colaborativo, Protocolos de Intercâmbio de Dados e arranjos contratuais adequados. Mais importante ainda, o Empreendimento BIM Colaborativo

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

depende da disposição dos Participantes do Empreendimento de colaborar uns com os outros.

Entregável BIM

Um termo genérico que se refere a Modelos BIM, Objetos BIM, Entregáveis derivados do Modelo e todos os outros entregáveis do projeto/processo que sejam esperados como resultado do uso de Aplicativos BIM e Fluxos de trabalho BIM.

Evento de Colaboração BIM

Uma reunião, apresentação ou workshop realizado como parte de um Empreendimento BIM Colaborativo. Um evento pode ser realizado numa sala de reuniões, num Ambiente Imersivo ou online e inclui pelo menos dois Participantes do Empreendimento.

Fluxo de Trabalho BIM

Um fluxo de trabalho identifica as principais atividades sucessivas a executar, pontos de decisão a tomar e marcos de entrega a alcançar. Um fluxo de trabalho BIM é tipicamente parte de Processos BIM maiores - voltados a cumprir metas estratégicas e operacionais - e podem incluir diversos Procedimentos documentados. Há dois tipos principais de Fluxos de Trabalho BIM: Fluxos de Trabalho BIM Internos e Fluxos de Trabalho BIM Colaborativos.

Gerente BIM

Uma pessoa responsável por liderar o processo de Implementação BIM dentro de uma organização e dar suporte a ele no desenvolvimento/execução de novos serviços BIM e melhora de eficiência baseada em modelos.

Gestão Eletrônica de Documentos

A Gestão Eletrônica de Documentos é uma solução de software para gerenciar o armazenamento, a recuperação e o fluxo de trabalho de recursos eletrônicos (no seu formato nativo / original) e seus metadados através de um repositório central. O fluxo de trabalho tipicamente inclui regras de negócio cobrindo permissões, check-in/check-out e processos de aprovação.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Industry Foundation Classes

O IFC se refere a uma especificação (esquema) neutra/aberta e a um 'formato de arquivo BIM' não proprietário desenvolvidos pela buildingSMART. A maioria dos Aplicativos BIM suporta a importação e exportação dos arquivos IFC.

Intercâmbio

O termo Intercâmbio refere-se a "Troca Interoperável" entre Participantes do Empreendimento. O termo se aplica igualmente quando duas ou mais organizações usam o mesmo esquema de dados proprietário (através do uso do mesmo software - p. ex. Revit) ou usam um esquema de dados aberto, não proprietário (p.ex. IFC) para intercambiar Modelos BIM e outras informações.

Modelo BIM

Modelo da Informação da Construção (Modelo BIM) é o modelo 3D rico em dados, baseado em objetos, gerado por um Participante do Empreendimento usando um Aplicativo BIM.

Nível de Desenvolvimento

Uma métrica BIM para identificar quais informações incluir em um modelo durante o processo de projeto e construção (consulte também Especificação de Progressão do Modelo). Observe que a abreviatura de LOD refere-se a múltiplos termos, definições e sistemas de numeração mesmo dentro de um mesmo país.

Nuvem de Pontos

Um conjunto de pontos de dados em 3D que normalmente são criados por Escaneadores 3D a laser para capturar um objeto, espaço ou todo um edifício. As nuvens de pontos podem ser transformadas em malhas, superfícies e até em objetos 3D usando ferramentas especializadas. Os arquivos de Nuvem de Pontos podem ser importados na maioria dos Aplicativos BIM para gerar Modelos As-Built ou partes do modelo.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Objetivo BIM

Os Objetivos BIM fazem parte de uma Estratégia BIM. Em oposição às Metas BIM, os Objetivos BIM são de natureza qualitativa. Exemplos de Objetivos BIM incluem buscar tornar-se um Líder BIM ou buscar aumentar a motivação da equipe.

Objeto BIM

Um elemento virtual representando um objeto físico. Objetos BIM podem ser paramétricos, 2D ou 3D, e podem também representar itens abstratos (p. ex. Seta para o Norte).

Padrão de Modelagem

As normas acordadas para o desenvolvimento de um Modelo BIM de acordo com Níveis de Desenvolvimento, Sistemas de Classificação, Protocolos de Nomeação ou similares.

Plano de Gerenciamento BIM

Um documento formal usado para definir como um Empreendimento BIM Colaborativo será desenvolvido. Um Plano de Gerenciamento BIM (BIM Management Plan - BMP) inclui formulários e instruções detalhadas cobrindo Funções BIM, Padrões de Modelagem e Protocolos de Troca de Dados. De acordo com o NATSPEC National BIM Guide, há dois tipos de Planos de Gerenciamento BIM (BMP): um BMP de Projeto e um BMP de Construção. Em alguns casos, um BMP é considerado parte da Relação Contratual entre os Participantes do Empreendimento.

Uso do Modelo

Os entregáveis do empreendimento pretendidos ou esperados a partir da criação de modelos, da colaboração sobre eles e sua ligação a bancos de dados externos. Um uso do modelo representa as interações entre um usuário e um sistema de modelagem para gerar Entregáveis derivados do Modelo. Há dezenas de Usos do Modelo, incluindo Detecção de Interferências, Estimativa de Custo e Gestão do Espaço.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Validação do Modelo

O processo de verificação de modelos para possíveis perdas de dados, corrupção de dados ou incompatibilidade com especificações definidas. A validação do modelo normalmente ocorre durante / após as atividades de Intercâmbio ou troca de modelos. Como um termo, a Validação do Modelo pode referir-se a uma atividade manual ou a uma tarefa automatizada.

Visualizador de Modelo

Uma aplicação de software que permite aos usuários inspecionar e navegar Informação do Empreendimento no Modelo de acordo com Definições de Visão do Modelo (MVD) ad-hoc ou padronizadas. Ao contrário de Servidores de Modelo, modelos acessados através de um Visualizados de Modelo são de apenas-leitura e não podem ser modificados. Autodesk Navisworks e Solibri Model Checker são exemplos de Visualizadores de Modelo.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

REFERÊNCIAS

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS - AIA. **Integrated Project Delivery: A Guide**. AIA, 2007, 62 p.

_____ **AIA Document G202TM–2013 – Project Building Information Modeling Protocol Form**. AIA, 2013. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQITETURA. **Guia ASBEA: Boas práticas em BIM, Fascículo 1**. São Paulo: AsBEA, 2013. Disponível em: <http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/a607fdeb79ab9ee636cd938e0243b012.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2017.

_____ **Guia ASBEA: Boas práticas em BIM, Fascículo 2**. São Paulo: AsBEA, 2015. Disponível em: <http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16636-2: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 2: Projeto arquitetônico**. ABNT, 2017.

_____ **ABNT NBR 10068: Folha de desenho - Leiaute e dimensões - Padronização**. ABNT, 1987.

_____ **ABNT NBR 6492: Representação de projetos de arquitetura**. ABNT, 1994.

BIM DICTIONARY.Disponível em: < https://bimdictionary.com/>. Acesso em: 20 set. 2017.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

_____ ABNT/CEE-134: Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção. 2009. Disponível em: <h http://www.abnt.org.br/cee-134>. Acesso em: 15 fev. 2018.

BRITISH STANDARDS. BIM Level 2. Disponível em: <http://bim-level2.org/en>. Acesso em: 14 jan. 2017.

BUILDINGSMART. BCF intro.Disponível em: <http://www.buildingsmarttech.org/specifications/bcf-releases/bcf-intro>. Acesso em: 25 ago. 2016.

_____ BCF releases.Disponível em: <http://www.buildingsmarttech.org/specifications/bcf-releases>. Acesso em: 5 jan. 2018.

_____ IFC Introduction.Disponível em: <https://www.buildingsmart.org/about/what-is-openbim/ifc-introduction>. Acesso em: 15 set. 2017.

_____ IFC View Definition.Disponível em: <http://www.buildingsmarttech.org/specifications/ifc-view-definition>. Acesso em: 12dez. 2017.

_____ MVD Overview.Disponível em: <http://www.buildingsmarttech.org/specifications/mvd-overview>. Acesso em: 12 dez. 2017.

CATELANI, W. S. et al. Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. v. 1 ao v. 6. **Brasília: CBIC**, 2016.

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM. **BIM Project Execution Planning Guide version 2.1**. University Park: The Pennsylvania State University, 2011. 125p.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

NBS, NATIONAL BUILDING SPECIFICATION. National BIM Report 2017. Disponível em: <https://www.thenbs.com/-/media/uk/files/pdf/nbs-national-bim-report-2017.pdf'?la=en>. Acesso em: 30 jan. 2017.

© 2019 Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

APÊNDICE B – Questionário de avaliação do Manual

Questionário de avaliação do Manual

Seção 1 de 5

CONSTRUINOVA
MESTRADO PROFISSIONAL
Escola Politécnica da USP

Caro(a) Colega,

No âmbito da dissertação de Mestrado em Inovação na Construção Civil que estou desenvolvendo na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, gostaria de sua colaboração para responder um questionário.

Um dos escopos principais da pesquisa é a criação de um Manual para desenvolvimento de projetos em BIM, tendo como uma das fases a validação do documento proposto. O questionário é um dos formatos aceitos para o atendimento desde item.

Trata-se de um questionário simples com perguntas abertas e do tipo múltipla escolha, que pretende traçar o perfil profissional dos participantes e avaliar o desempenho do artefato.

A pesquisa é anônima e o autor se compromete em assegurar a privacidade das respostas mencionadas, garantindo que os dados coletados sejam utilizados exclusivamente para fins acadêmicos.

Antes de responder o questionário é necessário consultar o artefato apresentado. Abaixo segue o link que permite acesso ao documento a ser avaliado:

https://drive.google.com/file/d/1gcruesAOwP_HAPNQulN3V40w-1lsz9Ml/view?usp=sharing

Caso tenha alguma dúvida sobre o questionário, favor enviar um e-mail para: gustavooliveira@usp.br

Atenciosamente,
Gustavo Oliveira

PRÓXIMA

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado fora de seu domínio. Denunciar abuso - Termos de Serviço

Google Formulários

Questionário de avaliação do Manual

Caracterização Profissional

Seção 2 de 5

Nome

Sua resposta

Idade

Sua resposta

Email

Sua resposta

Profissão

- ○ Arquiteto
- ○ Engenheiro
- ○ Administrador
- ○ Outro: _____

5. Tempo de Formação

- ◯ até 5 anos
- ◯ de 5 a 10 anos
- ◯ mais de 10 anos

5. Tempo uso do BIM

- ◯ até 5 anos
- ◯ de 5 a 10 anos
- ◯ mais de 10 anos

Cargo Atual

Sua resposta

Empresa

Sua resposta

Principais serviços prestados

- ☐ desenvolvimento de projetos
- ☐ gerenciamento
- ☐ construção
- ☐ consultoria
- ☐ Outro: _____

Número de funcionários

- ◯ até 10 funcionários
- ◯ de 10 a 30 funcionários
- ◯ de 30 a 50 funcionários
- ◯ mais de 50 funcionários

Início das atividades da empresa

- ◯ até 5 anos
- ◯ de 5 a 10 anos
- ◯ mais de 10 anos

Início da utilização do BIM na empresa

- ◯ até 5 anos
- ◯ de 5 a 10 anos
- ◯ mais de 10 anos

VOLTAR PRÓXIMA

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado fora de seu domínio. Denunciar abuso - Termos de Serviço

Google Formulários

Questionário de avaliação do Manual

Implementação

Seção 3 de 5

Como a empresa iniciou o processo BIM? Houve exigência de contratantes ou a implementação foi uma decisão estratégica da empresa? Por quais motivos?

Sua resposta

Quais softwares são utilizados?

- [ ] Revit
- [ ] Archicad
- [ ] TQS
- [ ] Navisworks
- [ ] Solibri
- [ ] Tekla BIMsight
- [ ] Outro: _____

Quais foram as principais barreiras deparadas na implementação e como foram superadas?

Sua resposta

Foi identificada alguma mudança na produtividade dos projetos?

Sua resposta

Houve alterações nos modelos de contrato?

Sua resposta

VOLTAR PRÓXIMA

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado fora de seu domínio. Denunciar abuso - Termos de Serviço

Google Formulários

Questionário de avaliação do Manual

Colaboração

Seção 4 de 5

Já participou de algum processo BIM onde mais de uma disciplina estivesse envolvida? Quais?

Sua resposta

Quais foram as principais dificuldades encontradas no processo de trabalho colaborativo?

Sua resposta

Quais os usos do BIM já utilizados pela empresa?

- [ ] Modelagem de condições existentes
- [ ] Estimativas de custos
- [ ] Planejamentos de fases
- [ ] Programação
- [ ] Revisão de Projetos
- [ ] Design Autoral
- [ ] Avaliação LEED Sutentabilidade
- [ ] Validação de códigos
- [ ] Coordenação 3D
- [ ] Fabricação Digital
- [ ] Controle 3D e Planejamento
- [ ] Planejamento de Manutenção
- [ ] Outro: _____

3. Quais as extensões de arquivos entregáveis foram usadas nesse processo?

- [ ] IFC
- [ ] PLN
- [ ] RVT
- [ ] BCF
- [ ] DWG
- [ ] PDF
- [ ] Outro: _____

Quais ferramenta de colaboração e compartilhamento de arquivos com equipes externas de projeto foram utilizadas?

- [ ] Não foram utilizadas
- [ ] Trimble Connect
- [ ] BIM 360
- [ ] Aconex
- [ ] Autodoc
- [ ] Construmanager
- [ ] Citadon
- [ ] Outro: _____

Exponha alguma circunstância na qual você observou que o progresso de projetos em BIM foi prejudicado ou comprometido. O que poderia ter sido feito para evitar a ocorrência?

Sua resposta

Em sua opinião, qual disciplina deveria ser a responsável pelo gerenciamento dos modelos BIM?

- ○ Cliente
- ○ Gerenciador
- ○ Arquiteto
- ○ Outro: _____

VOLTAR PRÓXIMA

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado fora de seu domínio. Denunciar abuso - Termos de Serviço

Google Formulários

Questionário de avaliação do Manual

Avaliação do Manual

Seção 5 de 5

Para responder as próximas perguntas é necessário consultar o Manual disponível no link abaixo:

https://drive.google.com/file/d/1gcruesAOwP_HAPNQulN3V40w-1lsz9Ml/view?usp=sharing

Precisou instalar algum software para visualizar ou manipular o manual? Quais?

Sua resposta

Acredita que o documento poderia aumentar a produtividade no desenvolvimento de projetos? Explique.

Sua resposta

Cite algumas situações onde que acredita que o Manual poderia ser aplicado.

Sua resposta

Quais capítulos poderiam ser inclusos no Manual para melhorar sua performance? E quais poderiam ser eliminados? Justifique.

Sua resposta

Em uma escala de 1 a 5, onde 1 seria não atendido e 5 totalmente atendido, atribua uma nota para cada sentença abaixo. Caso necessário, justifique suas respostas no campo em aberto abaixo do quadro.

	1	2	3	4	5
O conteúdo do documento foi facilmente compreendido?	○	○	○	○	○
A estrutura/capítulos do manual esta bem organizada?	○	○	○	○	○
O manual poderia ser incorporado nos fluxos de trabalho da sua empresa?	○	○	○	○	○
Você usaria ou indicaria o Manual template para um futuro projeto?	○	○	○	○	○
Acredita que o manual poderia ser adaptado facilmente para o uso na sua empresa?	○	○	○	○	○
Entende que o Manual poderia ser aplicado em outras situações além do desenvolvimento de projeto?	○	○	○	○	○
Com relação ao tamanho do manual, acredita que o documento esta dimensionado adequadamente?	○	○	○	○	○
O Manual apresenta itens relevantes para o desenvolvimento de projetos?	○	○	○	○	○

Deixe seus comentários adicionais

Sua resposta

VOLTAR ENVIAR

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado fora de seu domínio. Denunciar abuso - Termos de Serviço

Google Formulários

ANEXO A – Modelo de protocolo para Design Science Research

Modelo de protocolo que pode ser utilizado pelo pesquisador

Identificação do problema	Origem do problema ☐ Nova ou interessante informação ☐ Busca pela resposta à uma questão importante ☐ Solução para um problema prático ☐ Solução para uma determinada classe de problemas ☐ Outro: _____ Faça a descrição do problema identificado, justificando, brevemente, a sua relevância.
Conscientização do problema	Descreva: • As principais informações referentes ao problema e o contexto em que ele se encontra. • Principais causas do problema (quando possível). • Funcionalidades esperadas paro o artefato a ser desenvolvido. • Performance esperada para o artefato. • Requisitos de funcionamento do artefato. • Heurísticas contingenciais do problema
Revisão sistemática da literatura	Siga o protocolo proposto no Capítulo 6 deste livro.
Identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas	A partir da revisão sistemática da literatura, liste os artefatos e classes de problemas identificados.

Classe de problemas	Problema	Artefatos

Proposição de artefatos para resolver o problema específico	Liste as propostas de artefatos que poderão ser desenvolvidos e justifique por que essas sugestões de artefatos trazem melhores resultados do que os desenvolvidos até o momento. Analise os prós e contras de cada artefato para posterior seleção de um para ser desenvolvido.

Artefato proposto	Justificativa	Prós	Contras

Projeto do artefato Selecionado	Artefato selecionado: _____ Detalhe as etapas necessárias para o desenvolvimento do artefato. Esse detalhamento poderá ser feito por meio de um plano de ação. Liste as soluções que serão consideradas satisfatórias para o adequado funcionamento do artefato. Liste os procedimentos a serem aplicados para: a) Construção do artefato b) Avaliação do artefato Liste os resultados esperados com o desenvolvimento desse artefato.
Desenvolvimento do artefato	Explicite qual será a abordagem utilizada para o desenvolvimento do artefato, detalhando, inclusive, as técnicas necessárias. Detalhe quais são as características do ambiente interno do artefato e quais suas heurísticas de construção.
Avaliação do artefato	Detalhe como será realizada a avaliação do artefato, explicitando as técnicas e ferramentas aplicadas. Além disso, é o momento para verificar se os requisitos especificados para o artefato foram, de fato, atendidos. Formalize os aspectos de contexto (contingências do ambiente) que o artefato precisa considerar e/ou respeitar.

Requisito	Atendido		
	Sim	Não	Por quê?

Explicitação das aprendizagens	Descreva os aspectos nos quais o pesquisador obteve sucesso e, também, daqueles pontos que deveriam ser melhorados para uma próxima pesquisa.
Conclusões	Descreva as principais conclusões obtidas com a pesquisa, suas limitações e, também, possíveis oportunidades de trabalhos futuros.
Generalização para uma classe de problemas	Liste as possíveis classes de problemas para as quais este artefato poderá contribuir.
Comunicação dos resultados	Selecione o formato em que será realizada a comunicação dos resultados da pesquisa: ☐ Monografia ☐ Dissertação ☐ Tese ☐ Artigo científico para periódico. Qual? _____ ☐ Artigo científico para congresso. Qual? _____

ANEXO B – Protocolo para revisões sistemáticas

Protocolo para revisões sistemáticas

Framework conceitual	Conceitos que conduziram à realização da revisão sistemática. Pode incluir um resumo da situação problema para a qual está sendo conduzida a pesquisa, bem como conceitos e resultados já conhecidos.		
Contexto	Contexto no qual a pesquisa está sendo conduzida. Pode incluir, mas não se limita a uma indústria, um setor, uma localização. Por exemplo: pequenas empresas do ramo de vestuário localizadas no estado de Santa Catarina.		
Horizonte	Horizonte de tempo que se pretende pesquisar. Por exemplo: estudos publicados a partir de 1990.		
Correntes teóricas	A estratégia pode ou não limitar as correntes teóricas a serem pesquisadas. Por exemplo, métodos de sequenciamento de produção baseados na teoria das restrições.		
Idiomas	Idioma (s) a ser (em) considerado (s) no processo de busca		
Questão de revisão	Questão a ser respondida pela revisão sistemática. Pode ser a própria questão de pesquisa ou derivada dela.		
Estratégia de revisão	( ) Agregativa	( ) Configurativa	
Critérios de busca	Critérios de inclusão Critérios de exclusão	Critérios que servirão para decidir pela inclusão ou não dos estudos primários.	
Termos de busca	Termos que serão utilizados para a busca nas bases de dados. Considerar além dos termos propriamente ditos, os operadores boleanos e de proximidade.		
	Fontes de busca:		
Bases de dados:	Anais:	Internet:	Outras:
( ) Periódicos Capes	( ) ENEGEP	( ) Google Acadêmico	( )
( ) EBSCO	( )	( )	
( ) Web of Science™	( )		
( ) Scopus | Elsevier			
( ) Scielo			
( ) ProQuest			
( ) Emerald			