



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE

PLANO DE EXECUÇÃO BIM:

PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO NA CPO_UFMS

Volume I

Alberta Cristina de Melo Vasconcelos

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE

PLANO DE EXECUÇÃO BIM:
PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO NA CPO_UFMS

ALBERTA CRISTINA DE MELO VASCONCELOS

Trabalho de Conclusão de Curso do Mestrado Profissional em Eficiência Energética e Sustentabilidade pela Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade, na área de concentração Sustentabilidade

Orientadora: Prof. Dra. Mayara Dias de Souza

CAMPO GRANDE

NOVEMBRO / 2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

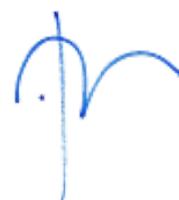
Redação final do Trabalho de Conclusão Final de Curso defendida por **ALBERTA CRISTINA DE MELO VASCONCELOS**, aprovada pela Comissão Julgadora em 16 de novembro de 2020, na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul para obtenção do título de Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade.



Mayara Dias de Souza

Prof. Dra. Mayara Dias de Souza – Orientadora

FAENG/UFMS



Prof. Dra. Andrea Naguissa Yuba – Membro Titular

FAENG/UFMS



Prof. Dra. Cynthia Nojimoto – Membro Titular

FAU/UNB

Aos meus pais, Tereza de Melo e Marcos de Melo, meus maiores e melhores orientadores na vida.

A Erick Roque Vasconcelos, com quem quero compartilhar os frutos dessa conquista.

E a todos que buscam um país com menos desigualdade por meio da educação.

Dedico.

AGRADECIMENTO

Solicitam que sejam restritos ao mínimo necessário, mas infelizmente não podem ser poucos e concisos... Afinal, uma forasteira do Nordeste do Brasil não sobreviveria no Centro Oeste se não fossem por tantos anjos acolhedores que animaram a minha caminhada... a todos e a todas a minha sincera gratidão;

A Deus que sempre foi fundamental nos dias bons e nos de angústia, pela sua generosidade para comigo em sua oferta de dons a mim concedidos os quais tento desenvolvê-los em proveito próprio e alheio.

A meus pais, Marcos Alberto de Melo e Tereza Cristina Vasconcelos de Melo, por terem me forjado na disciplina e no amor, fazendo de mim uma cidadã consciente, crítica e questionadora; ensinando-me que somente a dedicação e o empenho me fariam alcançar metas estabelecidas e por terem me incentivado desde sempre a estudar e amar os momentos de leitura e descoberta do conhecimento. A minha mãe pela confiança, respeito e apoio mesmo quando preferi estudar longe de casa pela primeira vez na vida, além da paciência e do amor, esses impossíveis de retribuir a altura em uma única vida terrena. A minha irmã Albéria pelas palavras de incentivo e gestos de compreensão, pela companhia e pela torcida de uma vida inteira, injusto parâmetro se comparado com todos os outros torcedores. Ao meu sobrinho e afilhado Artur, dono dos meus mais sinceros sorrisos, pelos momentos de brincadeiras durante a efetivação deste estudo, tão fundamentais e energizantes.

A Erick, meu esposo e amigo, pela paciência e por tentar me entender e auxiliar nos dias de cansaço com as palavras mais proferidas nesses últimos dois anos *"amor, vai dar tudo certo"*. Obrigada por tanto amor dedicado e pelo companheirismo.

A Professora Dra. Mayara Dias de Souza, minha orientadora, pela qual tenho enorme apreço e admiração; pela sua disponibilidade e paciência, pelo cuidado e por todos os incentivos para que esse trabalho fosse desenvolvido da melhor maneira. Professora Mayara, muito obrigada por me fazer olhar para o futuro quando eu estava presa ao presente. Nessa vida será impossível retribuir todo o conhecimento e as oportunidades que me foram gratuitamente ofertadas nesses dois anos.

Um agradecimento especial à CAPES por todo apoio; e a UFMS, por me proporcionar ensino de qualidade e gratuito ao longo desses dois anos, além de todas as experiências dentro do campus, não é à toa que a UFMS é uma das melhores universidades do Brasil. A todo o corpo de funcionários e docentes da UFMS pois mesmo que não saibam habitarão para sempre em minha memória, pelas contribuições à minha formação pessoal e profissional: Profa. Andrea Teresa Riccio, Prof. Sandro Petry, Prof. José Carlos de Jesus, Prof. Frederico Moreira, a Enilda Garcia e as fundamentais: Profa. Andrea Naguissa e a Profa. Ana Paula Milani. A CPO/UFMS, nas pessoas de Paulo e Reginaldo, e pelas contribuições dos demais servidores da DIPOS/CPO/UFMS que possibilitaram que essa pesquisa fosse realizada.

Ao IF SERTÃO PE, pela oportunidade de afastamento capacitação que me possibilitou a dedicação exclusiva a esse mestrado.

A todos que fazem o grupo de pesquisa algo+ritmo, nas pessoas do professor Gilfranco e da professora Juliana, pelo acolhimento desde o primeiro momento e pelos debates sobre outros assuntos que me abriram

mundos paralelos e uma imensa vontade de continuar pesquisando e me aprofundando no campo dos processos digitais de projeto. Ao meu grupo LOD 999, nas pessoas do Lucas e do Pedro, obrigada por todo conhecimento compartilhado.

As amigas do Mestrado da UFMS, Carolina Vendimiati, Karine Machado e Emanuelle Vida pelos aprendizados e, como dizemos aqui em João Pessoa (PB), “aperreios” compartilhados – adoro a cada uma. Obrigada pelo ambiente aconchegante de que me permitiram fazer parte em Campo Grande; grata pelas trocas de palavras e mensagens despreziosas e disponibilidade em me escutar e aconselhar. E aos colegas e professores da especialização em BIM e da CBIM MS pela troca de informações e sugestões que me auxiliaram a superar os inúmeros desafios que tive nesse período. As amigas da UFPB, Ana Christina, Cecília e Mayara, presentes em vários momentos da minha vida pessoal e acadêmica e mesmo com a distância física me ajudaram a superar as dificuldades ao longo desta jornada com paciência e solidariedade na certeza que o verdadeiro permanece para sempre. Aos eleitos amigos por opção, Leila, Juciel e Maria Alice pela eterna e terna doação, pelas gargalhadas, pelas figurinhas de aplicativo de mensagens quando tudo parecia muito difícil e pelos ouvidos emprestados a todo o tempo; e aos amigos de uma vida inteira: Regina, Andreza, Dayenne, Liliane, Viviane, Iriane e Anarita agradeço o apoio e pelo incentivo pois apesar da distância esses aqueceram meu coração nos dias mais difíceis.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse mestrado minha imensa gratidão.

“há maior alegria quando se conclui uma coisa, do que quando se começa. Todo começo é repleto de inquietude que cessa apenas quando se consegue o fim apetecido, intentado, esperado e desejado, que leva a começá-la. O coração não canta vitória pelo que começa, mas pelo que termina”.

Santo Agostinho (A Cidade de Deus, VII, 7)

“BIM tem mais a ver com processo de trabalho e cultura do que com tecnologia.”

Paul Morrell, 2011.

RESUMO

Esta dissertação aborda o desenvolvimento de um Plano de Execução BIM (PEB) para projetos de edificações da Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade (CPO), da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). A inserção do *Building Information Modeling* (BIM) na fase de pré-construção estimula o aumento da eficiência, produtividade e da qualidade dos projetos objetivando a diminuição de desperdícios e da geração de resíduos da construção civil (RCCs), colaborando com a minimização dos impactos ambientais oriundos das atividades construtivas na CPO/UFMS. O método utilizado foi o *Design Science Research* (DSR), cuja abordagem é voltada ao desenvolvimento de artefatos vinculados a problemas reais. A pesquisa atendeu as principais etapas do método: identificação do problema; configuração das possíveis soluções; projeto e avaliação da solução; e conclusão. Para isso, foram analisados conteúdos de modelos PEBs e, posteriormente definiu-se o conjunto de assuntos a serem abordados na construção do artefato. Realizou-se ainda a modelagem do projeto piloto evidenciando que as incompatibilidades atentam falhas de um processo projetual tradicional. O PEB foi avaliado através de critérios como: operacionalidade; generalidade; e facilidade de uso. Como principal contribuição deste trabalho tem-se que o documento PEB de caráter técnico e prático objetiva apoiar a CPO/UFMS na implementação do BIM em suas atividades, e que possibilite estender o alcance das informações obtidas a outras organizações que tenham características semelhantes e que de alguma forma possam se beneficiar deste estudo.

Palavras- chaves: resíduos da construção civil, processo de projeto, instituição pública.

ABSTRACT

This study is about the development of a BIM Execution Plan (BEP) for building projects of the CPO/UFMS. The insertion of BIM Building Information Modeling (BIM) in the pre-construction phase encourages an increase in the efficiency, productivity and quality of projects aiming at reducing waste and the generation of construction waste (CW), collaborating with the minimization of environmental impacts arising from constructive activities at CPO/UFMS. The method used was Design Science Research (DSR), whose approach is focused on the development of artifacts linked to real problems. The research met the main steps of the method: problem identification; configuration of possible solutions; solution design and evaluation; and conclusion. For this, content of BEP models was analyzed and, later, the set of subjects to be addressed in the construction of the artifact was defined. The pilot project was also modeled, showing that the incompatibilities undermine the failures of a traditional design process. The BEP was evaluated using criteria such as: operability; generality; and ease of use. The main contribution of this work is that the BEP document of a technical and practical nature aims to support the CPO/UFMS in the implementation of BIM in its activities, and that it allows to extend the scope of the information obtained to other organizations that have similar characteristics and some way can benefit from this study.

Keywords: construction waste, design process, public institution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxo da informação com uso do BIM	21
Figura 2. Delineamento das etapas da pesquisa	25
Figura 3. Pilares do BIM	33
Figura 4. Conflito detectado entre modelos de arquitetura e estrutura em ferramenta <i>Navisworks</i>	35
Figura 5. Exemplo de validação de regra em ferramenta BIMcollabzoom.....	35
Figura 6. Níveis de maturidade BIM	38
Figura 7. Exemplo de CDE.....	39
Figura 8. Componentes críticos para adoção do BIM em uma organização.....	45
Figura 9. O ciclo de entrega de informações com destaque para o BIM Execution Plan	47
Figura 10. Elementos da notação BPMN	69
Figura 11. Exemplo de mapa de visão geral dos usos do BIM, desenvolvido pela <i>PennState University</i>	71
Figura 12. Esquema representativo planta e perspectiva LOD 200 - 500.....	73
Figura 13. Esquema representativo que aponta as diferenças entre modelos federados e integrados.....	75
Figura 14. Organograma da Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade da UFMS..	77
Figura 15. Mapa de processo geral do atual fluxo de trabalho na DIPOS/UFMS.....	80
Figura 16. Formação dos respondentes	83
Figura 17. Área de atuação dos profissionais.....	84
Figura 18. O que é BIM?	85
Figura 19. Conhecimento de termos utilizados em processo BIM.....	86
Figura 20. Itens relacionados a implementação BIM	87
Figura 21. Utilização de Softwares BIM.....	86
Figura 22. Razão para se adotar BIM na CPO/UFMS.....	88
Figura 23. Barreiras para se adotar o BIM na CPO/UFMS.....	89
Figura 24. Afirmações sobre BIM	89
Figura 25. Modelo BIM Arquitetônico e Estrutural linkados no <i>Navisworks</i>	94
Figura 26. Modelo BIM de Coordenação associados no <i>Navisworks</i>	95
Figura 27. Elemento Viga V104 sem indicação de cota.....	97
Figura 28. Pilar com mudança de seção	97

Figura 29. Pilares P13, P17, P21 sem indicação de cota nas extremidades.....	98
Figura 30. Pilar P89 sem indicação de cota nas extremidades.....	98
Figura 31. Informação interrompida pela <i>Viewport</i> do AutoCAD.....	99
Figura 32. Altura da Torneira de limpeza (TL)	100
Figura 33. Registro de pressão do chuveiro com altura de 0.25cm do piso	100
Figura 34. Anotação no desenho de detalhe diferem das informações contidas no desenho da planta.....	101
Figura 35. Erro relacionado a modelagem	104
Figura 36: Interferências Arquitetura x Hidrossanitário.....	105
Figura 37. Interferências Estrutura x Hidrossanitário	106
Figura 38. Interferências Hidrossanitário – água fria x esgoto	107
Figura 39a. Conteúdo e Organização do Plano de Execução BIM proposto	110
Figura 39b. Compreensão do Plano de Execução BIM proposto	111
Figura 40. Dimensionamento	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Geradores e causas da origem de resíduos da construção.....	30
Quadro 2. Fatores que podem limitar a implementação do BIM	41
Quadro 3. Documentos adotados para análise na pesquisa.....	50
Quadro 4. Aspectos tratados no VA BIM GUIDE	52
Quadro 5. Aspectos tratados no BIM Project Execution Planning Guide	53
Quadro 6. Aspectos tratados no AEC (UK) BIM Protocol National Standards	54
Quadro 7. Aspectos tratados no <i>Building Information Modeling</i> (BIM) Guidelines	55
Quadro 8. Aspectos tratados no Singapore BIM Guide	56
Quadro 9. Aspectos tratados no MIT BIM Execution Plan	57
Quadro 10. Aspectos tratados no BIM Execution Plan BIM for Architects, Engineers and Contractors	58
Quadro 11. PEBs adotados para análise.....	59
Quadro 12. Software BIM que contribui com a Gestão de Resíduos da Construção Civil	65
Quadro 13. Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade.....	76
Quadro 14. Servidores na DIPOS/CPO/UFMS	79
Quadro 15. Objetivos e usos do BIM.....	91
Quadro 16. Recomendações de ações para adoção do BIM: Pessoas.....	92
Quadro 17. Recomendações de ações para adoção do BIM: Processos.....	93
Quadro 18. Recomendações de ações para adoção do BIM: Tecnologia.....	93
Quadro 19. Erros verificados no projeto arquitetônico	96
Quadro 20. Erros verificados no projeto estrutural	99
Quadro 21. Erros verificados no Projeto Hidrossanitário	102
Quadro 22. Erros verificados Arquitetura x Hidrossanitário	104
Quadro 23. Erros verificados Estrutural x Hidrossanitário	106
Quadro 24. Erros verificados no Hidrossanitário – água fria x esgoto.....	107
Quadro 25. Relação de Critérios e Questões	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Diferença entre valor contratado e aditivado em obras da UFMS em 2019	23
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações
AIA	Institute of Architects
ASBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
BCF	BIM Collaboration Format
BEP	BIM Execution Plan
BIM	Building Information Modeling
BPMN	Business Process Modeling Notation
CAD	Computer-Aid Design
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil
CDE	Common Data Environment
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPO	Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade
DBB	Design Bid Build
DS	Desenvolvimento Sustentável
IFC	Industry Foundation Classes
LOD	Level of Development
MIT	Massachusetts Institute of Technology
ND	Nível de Desenvolvimento
PEB	Plano de Execução BIM
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos da Construção Civil
TIC	Tecnologias da informação
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
USC	Universidade do Sul da Califórnia
USF	University of South Florida

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	18
<i>Objetivo.....</i>	23
<i>Método de Pesquisa.....</i>	24
<i>Estrutura do Trabalho.....</i>	27
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	29
1.1 <i>Processo de projeto pouco colaborativos e a geração de Resíduos da Construção Civil</i>	29
1.2 <i>BIM com enfoque nos processos colaborativos de projeto.....</i>	32
1.3 <i>Questões sobre a implementação BIM nas Organizações.....</i>	40
1.4 <i>Plano de Execução BIM: definição e importância</i>	46
1.4.1 <i>O Plano de Execução BIM e a Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade da UFMS.....</i>	48
1.5 <i>Contexto dos diversos Planos de Execução BIM</i>	50
1.5.1 <i>VA BIM Guide (VA, 2010)</i>	51
1.5.2 <i>BIM Project Execution Planning Guide (Pennsylvania State University, 2011).....</i>	53
1.5.3 <i>AEC (UK) BIM Protocol National Standards (BIM UK Committee, 2012)</i>	54
1.5.4 <i>Building Information Modeling (BIM) Guidelines (University of South California, 2012).....</i>	55
1.5.5 <i>Singapore BIM guide for BIM Execution Plan (Building and Construction Authority, 2013)</i>	56
1.5.6 <i>MIT BIM Execution Plan (MIT, 2016)</i>	57
1.5.7 <i>BIM Execution Plan BIM for Architects, Engineers and Contractors (University of South Florida, 2018)</i>	57
1.5.8 <i>Análise comparativa dos Planos de Execução BIM</i>	58
2. REQUISITOS PARA O PLANO DE EXECUÇÃO BIM	63
2.1 <i>Configuração da Solução: Estrutura e Conteúdo do Plano de Execução BIM na CPO/UFMS</i>	63
2.1.1 <i>Capítulo 01 - Visão Geral do Plano de Execução BIM</i>	64
2.1.2 <i>Capítulo 02 – Glossário</i>	64
2.1.3 <i>Capítulo 03 – Informações do Projeto Piloto.....</i>	64
2.1.4 <i>Capítulo 04 – Metas do Empreendimento, Objetivos e Usos do BIM.....</i>	67
2.1.5 <i>Capítulo 05 – Processos BIM.....</i>	68
2.1.6 <i>Capítulo 06 - Papéis e Responsabilidades.....</i>	72
2.1.7 <i>Capítulo 07 - Comunicação e Colaboração</i>	73
2.1.8 <i>Capítulo 08: Entregáveis</i>	74

2.1.9 Capítulo 09 - Requisitos de Modelagem, Padrões e Gestão de modelos	74
2.2 <i>Configuração da Solução: Implantação BIM na Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade</i>	75
2.2.1 A Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade da UFMS	76
2.2.1.1 Infraestrutura Organizacional na DIPOS/CPO	78
2.2.1.2 Fluxos de trabalho DIPOS/CPO	79
2.2.1.3 Conhecimento BIM na Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade	82
2.3 <i>Estratégias para Implementação BIM na CPO/UFMS: Projeto Piloto</i>	91
2.3.1 Caracterização do Projeto Piloto	94
2.3.2 Desenvolvimento do Projeto Piloto: Modelagem do Projeto Arquitetônico.....	95
2.3.3 Desenvolvimento do Projeto Piloto: Modelagem do Projeto Estrutural	96
2.3.4 Desenvolvimento do Projeto Piloto: Modelagem do Projeto Hidráulico	99
2.3.5 Considerações acerca do processo de desenvolvimento dos modelos	102
2.3.6 Compatibilização dos modelos BIM: Identificação de Interferências (Clash Detection)	103
2.3.6.1 Modelo Arquitetônico × Modelo Hidrossanitário	104
2.3.6.2 Modelo Estrutural × Modelo Hidrossanitário	105
2.3.6.3 Modelo Hidrossanitário × Modelo Hidrossanitário	106
2.3.7 Considerações a respeito da compatibilização dos modelos BIM do projeto piloto	107
3. AVALIAÇÃO	109
4. CONCLUSÕES	114
REFERÊNCIAS	118
APÊNDICE A	125

INTRODUÇÃO

Essa pesquisa visa fomentar contribuições no campo da sustentabilidade, particularmente dos resíduos de construção civil¹ (RCCs) tendo como objeto de estudo a minimização da geração destes, aliado ao *Building Information Modeling* (BIM) nos projetos de edificações a serem desenvolvidos pela Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade (CPO) da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS).

A necessidade de reduzir o volume dos resíduos gerados pelas atividades construtivas proporciona o desenvolvimento de estudos, formulações de políticas e deliberações legais, alterando modos e paradigmas no tocante a influência e as consequências das atividades do homem no meio ambiente. Em alguns países, os dispositivos legais em vigor priorizam estratégias de redução, como práticas de gerenciamento de resíduos em direção ao Desenvolvimento Sustentável (DS). Neste contexto, o Brasil conta com importantes marcos legais, sendo eles, a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, (BRASIL, 2002) e a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. (BRASIL, 2010), estes preconizam diretrizes, critérios e procedimentos, hierarquicamente, a não geração, redução, reutilização, reciclagem (3Rs), tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Tem-se nessa perspectiva o conceito de economia circular, que vem sendo desenvolvido objetivando a integração cada vez mais das etapas de ciclo de vida², reduzindo o desperdício e possibilitando uma possível reutilização dos materiais. Trata-se de mudanças em relação a referência atual que se direciona a atender uma economia linear (extrair-processar/produzir-descartar) para uma modelo mais sustentável que se apoia na perspectiva do extrair-processar/produzir-reutilizar-reciclar (AKANBI et al., 2018). O gerenciamento de resíduos atrelado à economia circular tem por objetivo minimizar a geração de RCCs nas etapas de pré-construção, construção, operação, *retrofit*, desmonte e demolição e diminuir a exploração de novas matérias primas para a produção de novos materiais. Ao projetar a geração de resíduos nas fases iniciais do ciclo de vida das edificações proporciona-se um fluxo de recursos circular na indústria AECO (ARUP, 2016).

¹ De acordo com a resolução nº 307/2002 CONAMA, o resíduo de construção (RC), é um subconjunto dos resíduos de construção e demolição (RCD), também chamados de resíduos de construção civil (RCC) (BRASIL, 2002)

² De forma geral, as edificações apresentam ciclo de vida dividido nas seguintes fases: planejamento, concepção, construção, instalação, ocupação, operação, manutenção, *retrofit*, desmonte e demolição. (NIST, 2004)

Os estudos relacionados a geração de RCCs apresentam certa carência no que tange a abordagem sobre a minimização da geração destes resíduos em fase de pré-construção quanto aos aspectos que orientam o desenvolvimento de projetos de edificações com vistas a redução da geração dos RCCs, bem como da utilização do BIM no apoio destas ações.

As demandas contemporâneas por processos de produção mais sustentáveis na indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) deveriam ser encaradas dentro da perspectiva de ciclo de vida da edificação, tendo em vista que a tomada de decisões na fase de pré-construção deveria acontecer de forma bastante minuciosa, pois essa etapa não é apenas responsável pelos aspectos espaciais das edificações mas, também por definir as despesas, as tecnologias construtivas a serem implementadas, as questões relacionadas a funcionalidade, ou seja, decisões projetuais que repercutirão ao longo da execução, operação e fim de vida do empreendimento.

Dado que a indústria AECO faz jus a altos investimentos, possíveis falhas e/ou lacunas no decorrer das diversas fases de projeto se configuram em prejuízos bastante consideráveis. Conforme Nobre (2017) apenas 35% dos projetos que se iniciam apresentam-se como bem-sucedidos, desta forma os prejuízos atingem cifras bastante consideráveis sendo que, no Brasil essas perdas relacionadas à falta de planejamento e gerenciamento nas fases de projeto e de execução de obras públicas, perfazem por ano cerca de 15 bilhões de dólares (OLIVEIRA e SANTOS, 2015).

Algumas iniciativas para a fase de pré-construção têm utilizado tecnologias da informação e comunicação (TIC) com o objetivo de evitar desperdícios, aumentar a eficiência, produtividade e a qualidade dos projetos, além da redução dos impactos ambientais oriundos das atividades construtivas (BAPTISTA e ROMANEL, 2013).

Incorporar estas considerações no processo de projeto pode ser viabilizado e potencializado através do BIM, uma TIC que oportuniza não apenas benefícios técnicos à concepção e desenvolvimento do produto arquitetônico, mas prevê uma forma de trabalho integrada e colaborativa que atue em todo o ciclo de vida das edificações.

A utilização do BIM³ pode oferecer benefícios econômicos, ambientais e sociais para a gestão pública e privada e para a população em geral, sendo assim, oportunizar a sua adoção deve acontecer com a maior brevidade possível para que os benefícios sejam revertidos para sociedade, contribuindo também para a melhoria dos índices de produtividade⁴ e competitividade no mercado global da indústria AECO.

O uso do BIM na gestão de projetos está se mostrando promissor e está evoluindo na área de gerenciamento de resíduos (OLIVEIRA, 2018), tal fato pode ser explicado dado que o BIM é capaz de fornecer um ambiente computacional, virtual e menos dispendioso para refletir sobre várias opções de projeto e esquemas de construção, ambos com o objetivo de reduzir o desperdício (LU et al., 2017).

Uma parte bastante relevante do desperdício decorre do fluxo da informação, que no processo *computer aided design* (CAD) ou tradicional acontece de forma sequenciada e fragmentada entre equipes multidisciplinares envolvidas no desenvolvimento das diferentes fases dos projetos na indústria AECO (MARTINS, 2009). A falta de integração das equipes, torna as informações difíceis de gerar, trocar e coordenar, ocasionando os baixos índices de produtividade, os excedentes de custos e consequentemente a geração de RCCs conforme Aibinu e Venkatesh (2014).

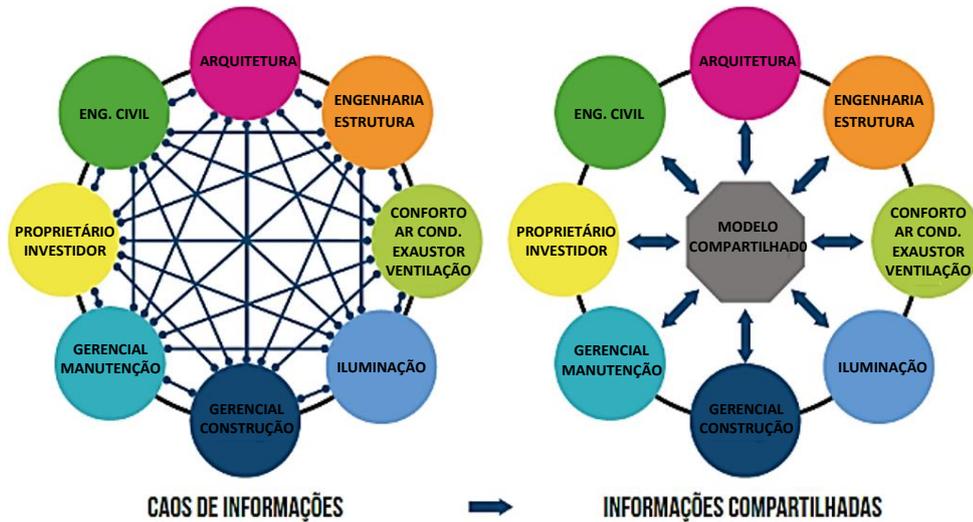
Uma das principais contribuições que precisam ser observadas para o processo de projeto com o BIM são as alterações no fluxo interdisciplinar, (Figura 1) dado que a utilização de um modelo com informações centralizadas por todos os envolvidos no projeto é o fator que determina uma mudança radical na direção dos fluxos de trabalho.

Eastman et al., (2014) afirma que muitos proprietários já estão exigindo condutas baseadas em BIM na elaboração de novos projetos, todavia, Succar (2009) menciona que a adoção completa do processo BIM na indústria AECO não acontece instantaneamente, sendo necessária a mudança dos processos e a adaptação gradual da tecnologia.

³ Eastman et al. (2014, p. 13) define o BIM como “tecnologia de modelagem e conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”.

⁴ A taxa de produtividade na indústria AECO aumentou apenas 1% a.a nos últimos 20 anos (GTBIM, 2017).

Figura 1. Fluxo da informação com uso do BIM



Fonte: Freitas e Melhado (2018)

A principal contribuição científica esperada para esta pesquisa é a de auxiliar profissionais e organizações da indústria AECO e em especial a CPO/UFMS, apontando a necessidade da adoção do BIM de uma forma sustentável e/ou bem-sucedida, gerando maior valor no uso dos recursos públicos e contribuindo com avanços no entendimento desta temática.

A adoção do BIM por determinada organização precisa ser cuidadosa, planejada e estruturada para que os benefícios desta ação sejam realmente alcançados, isto significa que, o processo BIM exige passos assertivos para uma implementação correta tendo em vista alcançar todo o potencial que o BIM pode oferecer, sendo necessário o uso de procedimentos, normas e boas práticas, que deverão ser registrados sob forma de documentos, de modo que o processo possa ser consultado e alimentado ao longo do tempo de vida útil da organização.

Dentre esses documentos o BIM *Execution Plan* (BEP) ou Plano de Execução BIM (PEB, ou ainda BIM *Project Execution Plan*, BPEP) é um documento que detalha a implementação BIM em um projeto específico, sendo seu desenvolvimento uma fase essencial para a futura implementação do BIM como um todo nas organizações (SACKS et al., 2016).

Dada a sua aplicação em um projeto específico, portanto numa escala menor, os equívocos nos fluxos e processos a serem verificados poderão ser corrigidos buscando

condições assertivas para a implementação do BIM de forma integral em determinada organização.

Salienta-se a importância da necessidade do desenvolvimento desse tipo de documento, pois o período transitório para adoção de um fluxo e processo de trabalho em BIM corresponde à complexidade e requer entendimento das mudanças que vão ocorrer no processo produtivo atualmente desenvolvido pela indústria AECO.

Dessa forma foi desenvolvida uma proposta de Plano Execução BIM (PEB) para projetos que visem a redução de RCCs para a Coordenadoria de Projetos Obras e Sustentabilidade (CPO) da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS).

A UFMS conta com um patrimônio construído distribuído nos seguintes *campi*: Câmpus Aquidauana (CPAQ); Campo Grande (CPCG), Chapadão do Sul (CPCS); Câmpus do Pantanal (CPAN), Coxim (CPCX), Naviraí (CPNV), Nova Andradina (CPNA), Paranaíba (CPAR), Ponta Porã (CPPP) e Três Lagoas (CPTL).

Com relação aos processos de construção civil nos diversos *campi* da UFMS tem-se que a responsabilidade de supervisão e coordenação da elaboração de projetos, planejamento e fiscalização de obras, reformas, revitalizações e serviços de engenharia, além da orientação sobre as edificações e infraestrutura física é da CPO, setor que está subordinado a Pró-Reitoria de Administração e Infraestrutura (PROADI).

A UFMS dispõe do Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) instituído na administração pública pelo Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, esse instrumento está vinculado à Política de Sustentabilidade da Universidade, com objetivos e responsabilidades definidas, ações, metas, prazos de execução, monitoramento, bem como avaliação de resultados em diversas temáticas que permitem estabelecer e acompanhar práticas de sustentabilidade e de racionalização de gastos e de processos, promovendo maior eficiência nos gastos públicos, com excelência na gestão e redução contínua dos impactos socioambientais.

No que concerne à temática de Compras e Contratações Sustentáveis, uma das ações trata a respeito do Resíduo Zero cuja meta é manter nos editais e contratos do período de

2019-2021 cláusula com destinação correta dos RCCs, de forma que ao final da prestação dos serviços, as reformas e obras não apresentem resíduos.

Segundo Relatório de Gestão de 2019 a UFMS contou com nove (09) obras concluídas o que ampliou a sua estrutura em 10.273,99 m², com um investimento da ordem de R\$ 10.996.671,58, no entanto um dado bastante relevante é que cinco (05) das nove (09) obras concluídas foram aditivadas sendo o total gasto com aditivos em 2019 de aproximadamente de R\$ 940 mil reais, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Diferença entre valor contratado e aditivado em obras da UFMS em 2019

DISCRIMINAÇÃO	LOCAL	ÁREA (M ²)	VALOR CONTRATUAL	VALOR COM ADITIVO (R\$)	CONTRATUAL X VALOR c/ ADITIVO
01 Construção do CIPeBIO	Campo Grande	3.231,10	5.673.789,77	6.306.667,23	632.887,46
02 Ampliação do Restaurante Universitário – Etapa 1	Campo Grande	585,34	1.305.427,70	1.598.896,63	293.468,93
03 Ampliação do Restaurante Universitário - Etapa 2	Campo Grande	2.253,55	762.768,68	773.646,14	10.877,46
04 Instalação da Rede de Gás da Nutrição	Campo Grande	6,25	90.662,85	91.233,39	570,54
05 Baias no Galpão 1 - FAMEZ	Campo Grande	305,99	350.491,79	351.172,13	680,34
TOTAL					938.484,73

Fonte: adaptado de UFMS (2019)

Desse modo, o desenvolvimento de proposta de um PEB em projetos tem com propósito que estas recomendações auxiliem os profissionais da CPO/UFMS, no desenvolvimento de um processo de projeto mais preciso, sendo, portanto, mais viável financeiramente e estimulando a busca pela responsabilidade social e ambiental como sendo um diferencial organizacional, tendo em vista o papel de educadora da instituição.

Objetivo

O objetivo geral da pesquisa é, portanto, desenvolver um Plano de Execução BIM (PEB) para projetos de edificações da Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade – UFMS,

buscando a minimização da geração dos resíduos da construção civil (RCCs) e dando suporte inicial necessário para a futura implementação BIM na organização.

Como objetivos específicos tem-se: i) Analisar o conteúdo dos modelos PEB encontrados na literatura; ii) Analisar a Organização no que concerne a sua estrutura, aos processos e métodos de desenvolvimento de projetos de edificações explicitando o modelo em uso e suas características; iii) Desenvolver o Plano de Execução BIM inspirado na revisão de literatura e nos problemas da CPO/UFMS e iv) Validar o Plano de Execução BIM (PEB) proposto.

Método de Pesquisa

O método de pesquisa utilizado foi o baseado no *Design Science Research* (DSR) que, conforme Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (*apud* SILVA, 2018), é um método aplicado em uma pesquisa ou estudo que tenha como princípio prescrever soluções para problemas específicos e práticos. O DSR é também chamado de Pesquisa Construtiva (*Constructive Research*), tendo em vista que o comportamento construtivo resulta na resolução de problemas por meio da construção de modelos, diagramas, planos e organização, sendo esses aparatos voltados à prescrição de soluções explícitas e práticas (LUKKA, 2003). Nas áreas de arquitetura e engenharia, a pesquisa construtiva pode ser utilizada para a solução dos problemas práticos (MORAIS, 2016).

O PEB com vistas à minimização da geração de RCCs, caracteriza-se, portanto, como um artefato⁵ do tipo método⁶, de modo que conforme Hevner et al., (2004) envolve a ação do pesquisador em um determinado cenário, compreendendo uma questão, concebendo e validando uma possível solução. Essa atuação do pesquisador no DSR se dá de forma colaborativa com as organizações testando ideias novas em situações reais, contribuindo para o desenvolvimento teórico no contexto da área de aplicação e reduzindo a distância entre

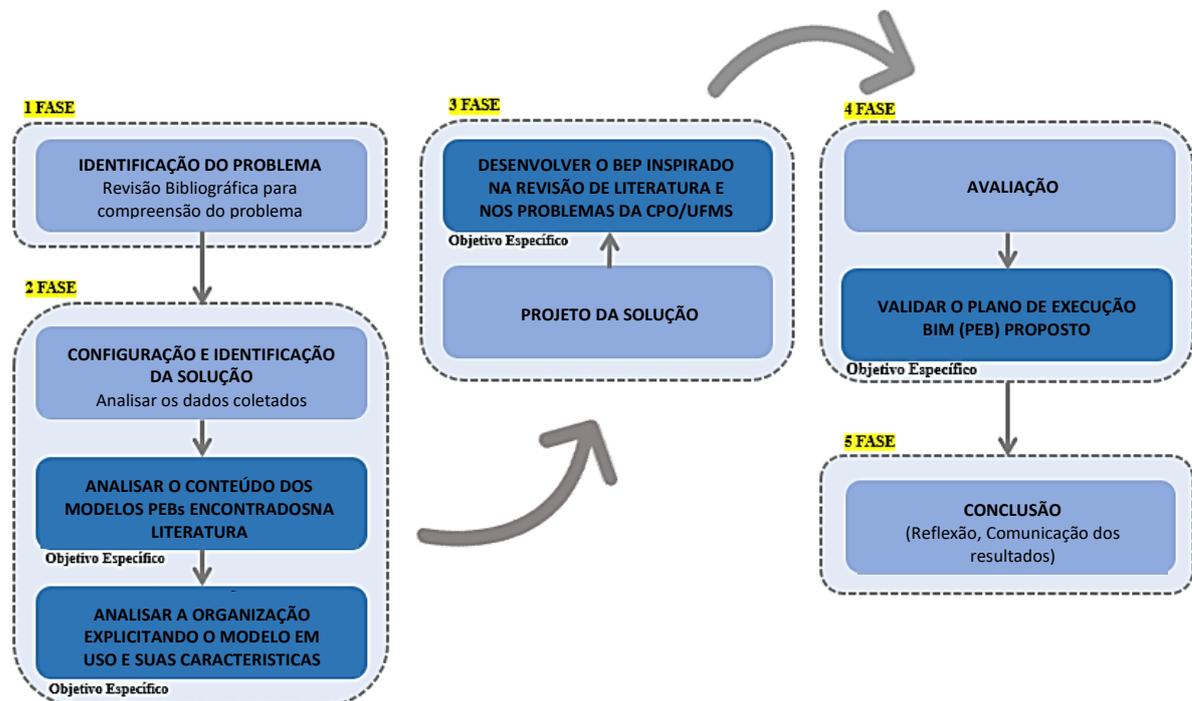
⁵ Artefato é algo que é construído pelo homem, isto é, um objeto artificial que pode ser caracterizado por objetivos e funções. Sendo uma interface entre o ambiente interno, substância e organização do próprio artefato, e um ambiente externo, local e condições em que o artefato irá operar (SIMON, 1996 *apud* PEREIRA, 2017).

⁶ Os produtos do DSR são classificados em quatro tipos: (1) Construtos, (...); (2) Modelos, (...); (3) Método, conjunto de passos ou diretrizes usadas para explicitar a realização de uma tarefa; e (4) Instanciação ou implementação (...) (MARCH e SMITH, 1995 *apud* SILVA, 2018).

prática e a pesquisa acadêmica (LUKKA, 2003). Desta forma tem-se que a colaboração entre pesquisadores e profissionais acontece em forma de uma aprendizagem empírica.

O método de pesquisa adotado objetivando a elaboração do PEB envolve as etapas de **identificação, sugestão, desenvolvimento, avaliação e conclusão**, conforme propõe o ciclo de resolução de problemas de Van Aken et al. (2012) apud Brito (2018). Na figura 2 tem-se o delineamento e as etapas da pesquisa.

Figura 2. Delineamento das etapas da pesquisa



Fonte: Elaboração própria, 2019 (adaptado de Dresch, Lacerda e Antunes Jr., 2015)

A pesquisa insere-se nos estudos realizados pelo grupo Algo+ritmo, que é vinculado ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Eficiência Energética e Sustentabilidade da UFMS, como parte da linha de interesse em BIM, contribuindo dentro das particularidades de seus objetivos para ampliar o uso do BIM em Organizações Públicas.

Na busca pela solução de um problema de ordem prática tem-se como ponto de partida para este estudo a Identificação do problema que consistiu na realização de revisão bibliográfica, com o intuito de fundamentar as discussões teóricas em relação a colaboração

limitada entre as diversas disciplinas no desenvolvimento de projetos e a geração de RCCs, analisando como a modelagem da informação da construção – BIM pode atuar nos processos colaborativos de projetos por meio do entendimento do cenário, bem como suas limitações.

A partir da Fundamentação com a **Identificação do problema** foi verificado que existia a necessidade de padronização e organização dos processos de projeto colaborativos em BIM nas organizações através de documentos do tipo Plano de Execução BIM, sendo esses os artefatos foram sugeridos como possíveis soluções para o problema.

Desta forma, na etapa de **Sugestão e Identificação de possíveis soluções do problema**, 2ª etapa, realizou-se levantamento e análise de Planos de Execução BIM já publicados. É importante dizer que os documentos analisados no Capítulo 1 apresentaram abordagem genérica num contexto internacional, não abrangendo particularidades, e, como sendo intenção caracterizar o desempenho de uma realidade ou de determinada organização, contribuindo para entendimento de fenômenos individuais, estabeleceu-se como método de pesquisa auxiliar o estudo de caso único⁷ dado o contato da pesquisadora com a CPO/UFMS.

A **Configuração da solução** (Volume 02) para promover a adoção do BIM em projetos como um processo colaborativo foi o desenvolvimento de um Plano de Execução BIM para CPO/UFMS e teve como objetivo apresentar:

- os requisitos para o desenvolvimento do plano de execução BIM e;
- o mapeamento das rotinas, das práticas e da infraestrutura da CPO/UFMS, através da coleta de dados baseada em aplicação de questionários e análise de documentos.

Para esta etapa utilizou-se como instrumento de coleta de dados dois (02) questionários. O primeiro (Apêndice A) foi aplicado junto ao responsável pela Divisão de Planejamento de Obras e Sustentabilidade (DIPOS) da referida organização, objetivando entender as rotinas, os processos e fluxos de projeto que a organização utiliza, além de

⁷ A utilização de um único caso é apropriada em algumas circunstâncias dentre elas tem-se quando o caso sob estudo é raro ou extremo, (YIN, 2001) ou seja, não existem muitas situações semelhantes para que sejam feitos outros estudos comparativos.

mapear a infraestrutura da mesma. O segundo foi aplicado junto aos servidores que compõem a CPO/UFMS com objetivo de definir o conhecimento BIM destes, buscando identificar também as potencialidades e entraves para adoção do BIM na organização.

A etapa de **Avaliação** é definida como o processo de verificação do comportamento do artefato no ambiente para o qual foi projetado (LACERDA et al., 2013). Assim, o objetivo dessa etapa de avaliação do artefato desenvolvido é responder a seguinte pergunta: a solução proposta funciona bem para o problema identificado? A pesquisa buscou responder essa pergunta por meio da avaliação de alguns critérios sendo que, conforme March e Smith (1995), os artefatos do tipo método devem ser avaliados considerando os critérios de:

- operacionalidade (a capacidade de executar a tarefa pretendida ou a capacidade das pessoas utilizarem o método);
- eficiência (se funciona bem);
- generalidade (se pode ser aplicado em outros contextos) e,
- facilidade de uso (observação da usabilidade).

E por fim, será realizada a **comunicação** deste trabalho com a entrega dos resultados a CPO/UFMS.

Estrutura do Trabalho

Este trabalho organiza-se em dois volumes: 1. Dissertação, que contextualiza os precedentes necessários para o desenvolvimento do Plano de Execução BIM para CPO; 2. Plano de Execução BIM, que, apesar de ser o produto principal deste Mestrado, por uma questão didática, foi estruturado como documento a parte a apresentação dos conteúdos, visando facilitar o entendimento do leitor.

O volume 1 divide-se em:

Introdução, apresenta-se o tema, caracteriza os objetivos, o método, problema da pesquisa e a estrutura da dissertação.

Capítulo 01 - **Fundamentação**, enfoca questões relativas aos processos colaborativos de projeto BIM, trata também dos aspectos relacionados aos principais entraves para a inserção do BIM nos processos de projeto e as estratégias que podem ser adotadas para facilitar esse processo nas Organizações e de como a CPO/UFMS pode se beneficiar da utilização de um PEB para projetos futuros. Em um segundo momento foi realizado um levantamento e análise de Planos de Execução BIM já publicados e similares ao objeto final do trabalho, visando definir os recursos mais significativos que geralmente são inerentes aos guias que formulam os referidos Planos, sendo expostos, portanto, os requisitos para o bom funcionamento do artefato.

Capítulo 02 - **Requisitos para o Plano de Execução BIM**, são apresentadas o conjunto de diretrizes para adoção do BIM resultando no desenvolvimento do artefato proposto: Plano de Execução BIM (PEB); e apresenta os dados coletados na CPO/UFMS, aqui tratado como Implantação BIM em conjunto com as estratégias potencialmente aptas a serem utilizadas e formalizadas pela equipe de projeto da CPO/UFMS.

Capítulo 03 – **Avaliações**, trata da avaliação do Plano de Execução BIM proposto onde apresenta os métodos utilizados para validação do artefato e os resultados alcançados.

Conclusões, apresentação das principais conclusões obtidas e limitações encontradas. São indicadas possíveis extensões do trabalho realizado e os meios de comunicação dos resultados alcançados, destaca-se que a comunicação dos resultados será realizada aos servidores da CPO/UFMS em momento oportuno.

Referências, listagem de títulos que embasaram o desenvolvimento deste trabalho.

O volume 2 apresenta o **Plano de Execução BIM para a Coordenadoria de projetos, Obras e Sustentabilidade da UFMS** resultado da aplicação do conjunto de diretrizes para adoção do BIM e na coleta de dados na CPO/UFMS.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Após identificar um problema de relevância prática e com potencial para estudos e contribuições, a pesquisadora contactou a gestão da CPO/UFMS para propor o desenvolvimento de um Plano de Execução BIM para a Organização dado o Decreto Nº 9.983/2019, onde o governo brasileiro demonstra o compromisso em buscar difundir a Modelagem da Informação da Construção com objetivo de qualificar as obras públicas brasileiras. Para esta fase da pesquisa utilizou-se documentos disponibilizados publicamente bem como artigos, textos, dissertações, teses, livros e portais da internet, além das fontes cedidas pela CPO/UFMS tais quais: arquivos, documentos de projeto e legais como: normas, editais, dentre outros que se julgou necessário.

1.1 Processo de projeto pouco colaborativos e a geração de Resíduos da Construção Civil

As estratégias de não geração de resíduos da construção civil são procedimentos de gerenciamento de resíduos mais próximas ao desenvolvimento sustentável atendendo ao que tem sido largamente disseminado como princípio hierárquico para o gerenciamento de resíduos, sendo no Brasil estabelecido na Resolução 307/2002 CONAMA, na Política Nacional de Resíduos Sólidos e no Decreto Regulamentador n. 7404/2010.

O fato é que embora esses objetivos principais da não geração e da prevenção sejam bem aceitos e reconhecidos, entende-se que essa eliminação completa do resíduo seja bastante difícil de realizar (NAGALLI, 2014), e que a redução dos RCCs se mostra difícil de implementar (OSMANI E VILLORIA-SA´EZ ,2019).

Os profissionais da indústria da AECO, acreditam que os RCCs são subprodutos resultantes naturais das atividades construtivas sendo a sua geração inerente ao processo construtivo e desta forma, impossível de se evitar, conforme apontou o estudo de Osmani e Villoria-sa´ez (2019).

Apesar dos resíduos se tornarem visíveis só na etapa construtiva, Prota (2014) menciona que estes já começam a ocorrer desde a fase projetual. No Quadro 1 estão apontadas as fontes geradoras e as causas principais da geração de RCCs.

Quadro 1. Geradores e Causas da origem de Resíduos da Construção

GERADORES	CAUSAS
Projeto	Falta de atenção aos tamanhos padrões existentes no mercado (Especificação inadequada / incoerente / incorreta)
	Alterações realizadas no projeto durante o decorrer dos trabalhos
	Inexperiência do arquiteto na sequência e método da construção
	Falta de conhecimento do arquiteto quanto a produtos alternativos
	Falta de informação nos desenhos
	Erros de detalhe de projeto e construção
	Má coordenação e comunicação (informação tardia, requisitos do cliente de última hora, revisão e distribuição de desenhos de forma lenta)
	Seleção de produtos de pouca qualidade
Intervenção	Ordens erradas, ausência ou excesso de ordens
	Erros no fornecimento
Manipulação de Materiais	Danos durante o transporte
	Estoque inapropriado
Operação	Erros do operário
	Mau funcionamento de equipamentos
	Ambiente impróprio
	Dano causado por trabalhos anteriores e posteriores
	Usos de materiais incorretos em substituição
	Sobras de cortes
	Resíduos do processo de aplicação
	Aquisição de quantidades inexatas devido à falta de planejamento
	Atrasos na entrega de informação ao construtor relacionada com o tamanho e tipo dos produtos a serem utilizados
	Uso de materiais errados resultando no seu descarte
	Pressão em atender o cronograma
Outros	Erro nos contratos; Contratos incompletos
	Erros de encomenda (por exemplo, encomendar materiais a mais ou a menos) e Falta de possibilidade de encomendar menores quantidades
	Adquirir produtos que não cumprem as especificações
	Vandalismo e roubo

Fonte: adaptado de Ekanayake; Ofori, 2000; John e Agopyan, 2011; Prota, 2014; Osmani e Villoria-sa´ez, 2019

Um estudo com arquitetos brasileiros apontou que muitos profissionais desconhecem que existe geração de resíduos durante a concepção dos projetos. Os pesquisadores concluíram no estudo que os arquitetos não se importam com a geração de RCCs, sendo indicado inclusive por estes que a etapa de maior geração destes resíduos é a da construção e admitiram que falta metodologia para analisar o impacto gerado pelos resíduos ainda na etapa de projeto. (GONÇALVES et al., 2015).

Os autores da pesquisa apontaram ainda que o descuido dos projetistas em relação a geração dos RCCs, tem origem na formação acadêmica, onde se observa escassez na importância dos estudos quantitativos e qualitativos no tocante a influência que os projetos podem exercer na geração de impactos ambientais e econômicos ou ainda de como minimizar tais perdas (GONÇALVES et al., 2015).

Estima-se que 33% dos resíduos gerados no canteiro de obras são oriundos da ausência de ações que visem a redução destes durante a fase de projeto (INNES, 2004 *apud* OSMANI et al., 2008). Evidencia-se, portanto, que a geração de uma quantidade relevante RCCs está diretamente relacionada a projetos de má qualidade.

Decisões como modulação, adoção de sistema construtivo, tipo dos materiais a serem empregados e integração entre os projetos complementares são muito importantes para a minimização da geração de resíduos na fase projetual (LIMA e LIMA, 2009).

Podemos afirmar que dentre os fatores apontados tem-se que os erros de comunicação e a falta de coordenação adequada oportunizam a geração de RCCs na fase projetual dado que, com o crescimento do grau de complexidade dos projetos tem-se a exigência pela atuação de outros profissionais integrados no processo, além do arquiteto, cada qual com as suas responsabilidades:

Muitas variáveis e restrições afetam o processo de projeto que, por sua vez, prejudica as oportunidades resultantes para gerenciar os resíduos. Tais questões incluem escolha de matérias, complexidade, comunicação e coordenação (KEYS et al, 2010).

Os erros de comunicação e a falta de coordenação adequada estão presentes no processo tradicional de projeto que, conforme Leusin (2018) apresenta-se sequenciado e segmentado, tendo em vista que cada consulta deve ser direcionada a um especialista que recebe diferentes modelos a serem interpretados individualmente e ajustados isoladamente ao longo do desenvolvimento do projeto.

Já o processo de projeto BIM permite uma abordagem de colaboração entre os envolvidos, tendo em vista a utilização de um modelo compartilhado entre todos os parceiros, facilitando a integração entre as disciplinas e simplificando a comunicação entre os diferentes especialistas que atuam no projeto. O estudo de Won, Cheng e Lee (2016), por exemplo, avaliou que de 4,3 a 15,2% dos RCCs poderiam ter sido gerados caso não se utilizasse o BIM durante o desenvolvimento do projeto.

1.2 BIM com enfoque nos processos colaborativos de projeto

Com o aumento da quantidade e da complexidade dos projetos e conseqüentemente das obras de edificações, dado o contexto de mudanças requeridas (prazos curtos, atendimento aos aspectos relativos à sustentabilidade e eficiência energética, por exemplo) aumenta também o número de disciplinas envolvidas no processo de projeto, sendo imprescindível que a colaboração entre os diferentes envolvidos aconteça de forma planejada para atender aos diversos requisitos projetuais exigidos.

A inexatidão de projeto ocorre prioritariamente pela quantidade e segmentação de disciplinas envolvidas no processo de projeto tradicional. Os envolvidos atuam apenas dentro de suas respectivas especialidades, não atentando para a visão macro do desenvolvimento do produto e seus impactos nas diversas disciplinas, resultando num produto final com baixa qualidade, tendo em vista que o processo de tomada de decisões projetuais envolve diversas consultas aos diversos envolvidos como apontado por Melhado (2005) *apud* Durante et al., (2015).

O processo BIM propõe que a comunicação aconteça de forma simultânea e que seja direcionada aos profissionais habilitados, permitindo uma colaboração e integração entre os referidos envolvidos e as diferentes disciplinas, elevando a qualidade e exatidão projetual, reduzindo erros e alterações no meio do processo construtivo, minimizando assim, o volume de resíduos.

O BIM tem sido introduzido há quase duas décadas, conforme Kubba (2017), tendo em vista que soluções que hoje são identificadas como inerentes ao BIM têm sido utilizadas em

diversas indústrias, a exemplo da indústria automobilística e de aviação, portanto, o BIM não é uma tecnologia tão nova, embora o termo seja relativamente novo (CBIC, 2016).

O BIM fomenta a transformação nos processos de projeto que impacta positivamente o produto e os relacionamentos entre os atores e os papéis dos profissionais que atuam na indústria AECO conforme Succar e Kassem (2015), e aumentam, conforme Miettinen e Paavola (2014), a colaboração inter-organizacional e disciplinar na referida indústria e melhorando a produtividade e a qualidade do projeto, construção e manutenção das edificações.

Com a colaboração, a comunicação entre as partes e a coordenação de projeto otimizadas, é possível a redução dos desperdícios, principalmente através de um gerenciamento eficiente nas fases de pré-construção.

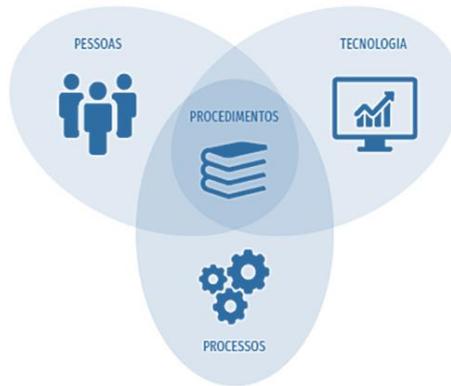
Os principais ganhos que podem ser obtidos pelas organizações em decorrência da adoção do processo de projeto em BIM, conforme Leusin (2018) são:

- Maior produtividade, sendo de 25% a 50% a contar do momento que a equipe domine os processos;
- Redução de prazos de serviços, sendo esses reduzidos em cerca de 25%;
- Redução de revisões, principal causa de retrabalho, sendo cerca de 90% essa redução.

Succar (2009) *apud* Ruschel et al., (2013), afirmam que o BIM é um conjunto que atua mutuamente com políticas, processos e tecnologias e similarmente as essas três dimensões tem-se: pessoas, processos e tecnologias conectados pelos procedimentos (SUCCAR et al., 2012), como mostra a Figura 3.

O conjunto das políticas relacionam-se ao desenvolvimento de pesquisas e práticas em BIM e pela definição de regras para o uso do BIM, cujos resultados conduzirão o ambiente dos processos. Já os processos envolvem os atores que projetam, executam, gerenciam e mantêm as atividades construtivas, e para isso utilizam do material produzido pela tecnologia e pelas políticas, sendo pois: os fabricantes, proprietários, operadores, gerentes de projetos, modeladores, arquitetos, engenheiros, desenvolvedores, empreiteiros dentre outros interessados.

Figura 3. Pilares do BIM



Fonte: <https://utilizandobim.com/blog/como-comecar-utilizar-bim/>

E as tecnologias relacionam-se ao desenvolvimento de produtos voltados ao suporte da indústria AECO no desenvolvimento de inovações, que serão utilizadas nos processos: empresas de hardware/software BIM, GIS, provedores de rede, equipamentos e periféricos e as tecnologias complementares.

Inicialmente o modelo 3D desenvolvido com informações armazenadas e capacidade de parametrização, tem a intenção de representar a edificação nas três dimensões, podendo alcançar várias outras aplicações como por exemplo, a detecção de interferências (*clash detective*) e a verificação de regras (*code checking*) e desta forma corrobora com a redução de erros de projeto e com o aumento da produtividade da indústria AECO.

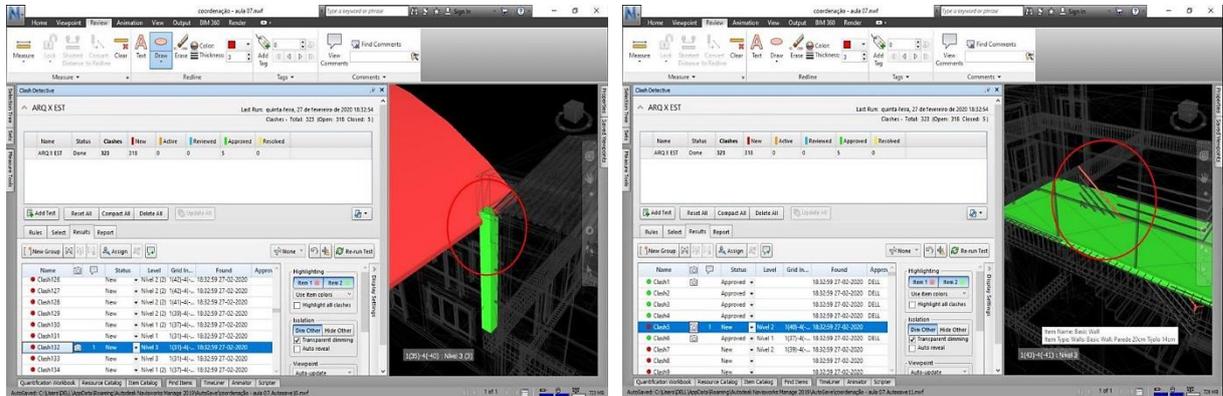
A compatibilização entre projetos e identificação de interferências entre projetos é mais uma das potencialidades do BIM, que acontece ainda nas fases de projeto e impede que os equívocos identificados se propaguem para a construção, exigindo medidas precipitadas e pouco satisfatórias em termos econômicos e técnicos (WON e CHENG, 2017).

A detecção de interferências⁸ facilita o trabalho da equipe de coordenação de projeto na resolução de erros projetuais, bem como na identificação do profissional responsável pela respectiva etapa. Utilizar o *clash detective* auxilia na redução de erro humano durante a avaliação e compatibilização do modelo digital. As interferências são divididas em choques

⁸ A detecção de conflitos é um método pelo qual os objetos são verificados para constatar se ocupam a mesma localização espacial que outros objetos (KENSEK, 2018).

leves e críticos. Como exemplo, tem-se destacado na Figura 4 um conflito entre modelos de arquitetura e estrutura.

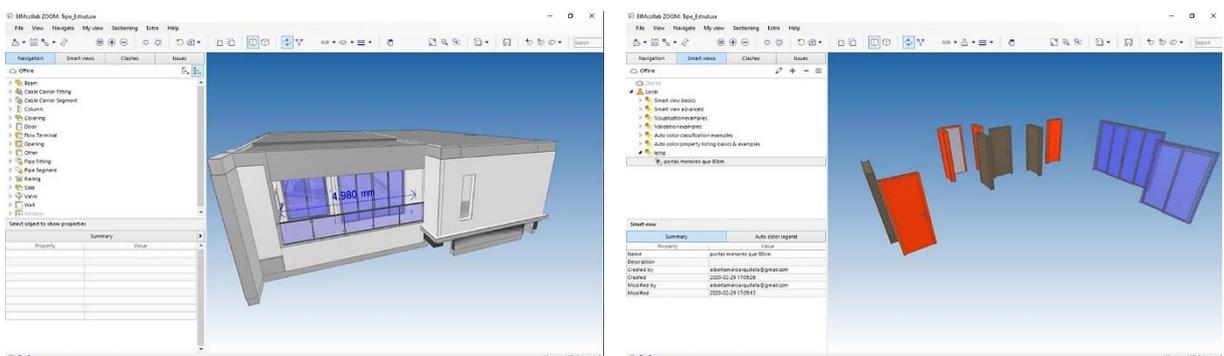
Figura 4. Conflito detectado entre modelo de arquitetura e estrutura em ferramenta *Navisworks*



Fonte: Elaboração própria, 2020

A validação de regras é um processo no qual o software de validação de código é utilizado para verificar os parâmetros do modelo em relação aos códigos específicos do projeto e sendo realizada do início do projeto reduz a chance de erros e/ou omissões que poderiam se tornar mais caros no caso de uma correção futura realizada na etapa de construção. Na Figura 5 tem-se a um exemplo de validação de regra que envolviam as portas, as destacadas em vermelho não estavam em conformidade com a regra elaborada e aplicada.

Figura 5. Exemplo de validação de regra em ferramenta *BIMcollab ZOOM*



Fonte: Elaboração própria, 2020

A correção de conflitos se dá através da realização de reuniões, do tipo presencial ou virtual, onde o relatório de interferências é exibido aos envolvidos e os conflitos discutidos um a um, sendo as alterações incluídas no modelo BIM e esse é atualizado (KENSEK, 2018). Com tantos profissionais envolvidos no processo de projeto se torna fundamental documentar os padrões e o procedimento para que a coordenação aconteça de forma plena.

O uso colaborativo do BIM promove a integração de processos entre profissionais envolvidos e interessados em um projeto colaborativo, possibilitando novas formas integradas de trabalho através da interoperabilidade⁹ entre os vários modelos cujos arquivos são nativos de softwares proprietários, assim, conforme Mainardi Neto (2016), para que este processo de comunicação entre profissionais obtenha êxito deve-se ater-se a um certo planejamento uma vez que os referidos softwares não necessariamente comunicam-se entre si.

A adoção do BIM coloca a colaboração entre todos os envolvidos no projeto como algo inerente ao processo, com ampliação da necessidade de se estruturar os dados e informações gerados durante todo o projeto, ressaltando a importância de se definir claramente o mapa de fluxo¹⁰ e os protocolos que orientem os processos envolvidos (KASSEM et al., 2014). Na concretização de um ambiente colaborativo de processo de projeto é preciso que a equipe entenda o que deve ser entregue em cada etapa e que todos devem ter o mesmo objetivo durante o processo.

As alterações relativas à definição de processos e do fluxo de informações, da elaboração dos procedimentos e regulamentos internos, definição das formas de colaboração e comunicação entre as disciplinas, necessitam da adequação dos envolvidos à medida que surgem novos papéis e funções, e os participantes precisam de treinamento específico e da aquisição de novas habilidades (KOVACIC et al., 2015).

⁹ Por definição, a capacidade de transferir de maneira eficaz dados do projeto a diferentes domínios e plataformas é chamada interoperabilidade (KENSEK, 2018).

¹⁰ Mapa de fluxo é uma ferramenta de visualização que permite a compreensão das atividades executadas num processo, assim como sua inter-relação. Para eles, a compreensão dos fluxos permite que se intervenha de forma a otimizar o consumo de recursos e, conseqüentemente, a aumentar seu valor agregado (CORREA et al., 2002)

O processo precisa acontecer de forma gradual e ordenada pois existem vários níveis de adoção BIM, sendo denominados conforme Succar (2009) os estágios de maturidade da implementação, sendo eles:

- **Estágio Pré-BIM:** Caracterizado por um trabalho analógico, as práticas colaborativas entre os envolvidos não são priorizadas e o fluxo de trabalho é linear e fragmentado sendo a documentação entregue em formato de pranchas.

- **BIM Estágio 1:** a implementação do BIM é iniciada com a implantação de uma 'ferramenta de software paramétrica 3D baseada em objetos' e conforme Ruschel et al (2013) geralmente envolve uma única disciplina de projeto no desenvolvimento do modelo 3D sendo restrito a uma fase específica do processo (projeto, construção ou operação). As práticas de colaboração entre os envolvidos nesse estágio são similares ao estágio Pré-BIM sem trocas importantes e com comunicação assíncrona. Desse estágio além do modelo 3D da geometria são extraídos a documentação tais quais desenhos, imagens, quantitativos de materiais e diversos relatórios. Conforme Ruschel et al (2013), no estágio 1 as alterações nos processos e em tecnologia são perceptíveis, no entanto a maior ênfase é em tecnologia.

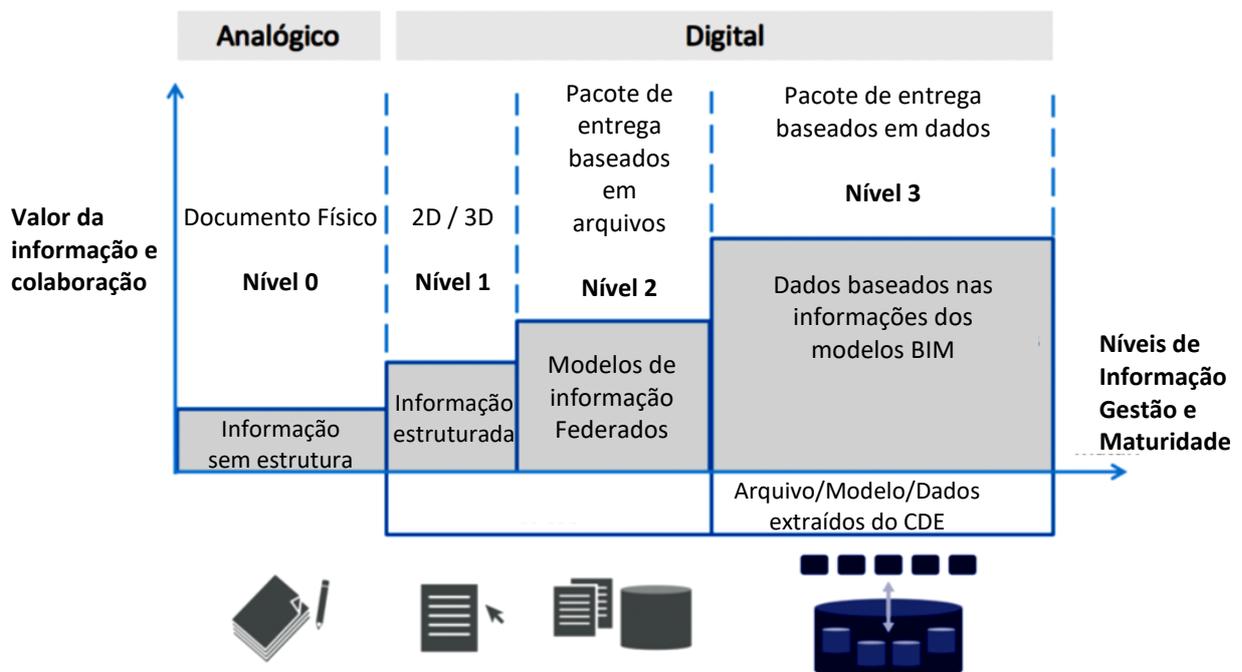
- **BIM Estágio 2:** O processo embora ainda assíncrono também é interativo nesse estágio, as práticas colaborativas entre os envolvidos e suas disciplinas são mais dinâmicas e incluem a troca de modelos por meios de formatos proprietários e não proprietários, sendo então o trabalho baseado em modelo federado¹¹. Dentre os padrões de troca de dados técnicos que visam à criação de ambientes colaborativos cita-se o *Industry Foundation Classes* (IFC) e o *BIM Collaboration Format* (BCF), o primeiro permite a interoperabilidade, sendo um padrão neutro que permite o compartilhamento de informações e o segundo é um padrão voltado a coordenação de projetos, que permite a organização e controle da comunicação entre profissionais envolvidos em um determinado projeto. Essa comunicação representa uma ruptura com o fluxo de trabalho do modelo tradicional de projeto e propõe uma plataforma integrativa para desenvolver este compartilhamento de informações. Desse

¹¹ Um modelo BIM que vincula (não mescla) vários modelos mono-disciplinares. Ao contrário dos Modelos Integrados, os Modelos Federados não mesclam as propriedades de modelos individuais em um único banco de dados (BIM Dictionary, 2020).

estágio resultam os modelos que associam tempo ao planejamento da obra (4D), custos (5D), compatibilização por meio de *clash detection*. As entregas, nesse estágio, são baseadas em arquivos e não mais em pranchas. No estágio 2 as alterações em políticas e processos demandam ênfase de nível médio e a tecnologia num nível bem menor, conforme Ruschel et al (2013).

- **BIM Estágio 3:** Tem praticamente as mesmas características do Estágio 2, entretanto utiliza integração em rede e as entregas são baseadas em dados e não apenas somente em informações. Conforme Ruschel et al. (2013) nesse estágio o processo simultâneo e recursivo, envolve análises complexas já nos estágios iniciais de concepção do projeto. A adoção do BIM nesse estágio requer, segundo Succar (2009), uma enorme reconsideração nos fluxos de procedimentos. As diversas disciplinas inter-relacionam-se por meio do processo de compartilhamento e integração de dados. Nesse estágio as alterações em políticas e processos são drásticas apoiadas em alterações significativas em tecnologia como afirma Ruschel et al. (2013). A Figura 6 apresenta os estágios de maturidade do processo de Implementação BIM.

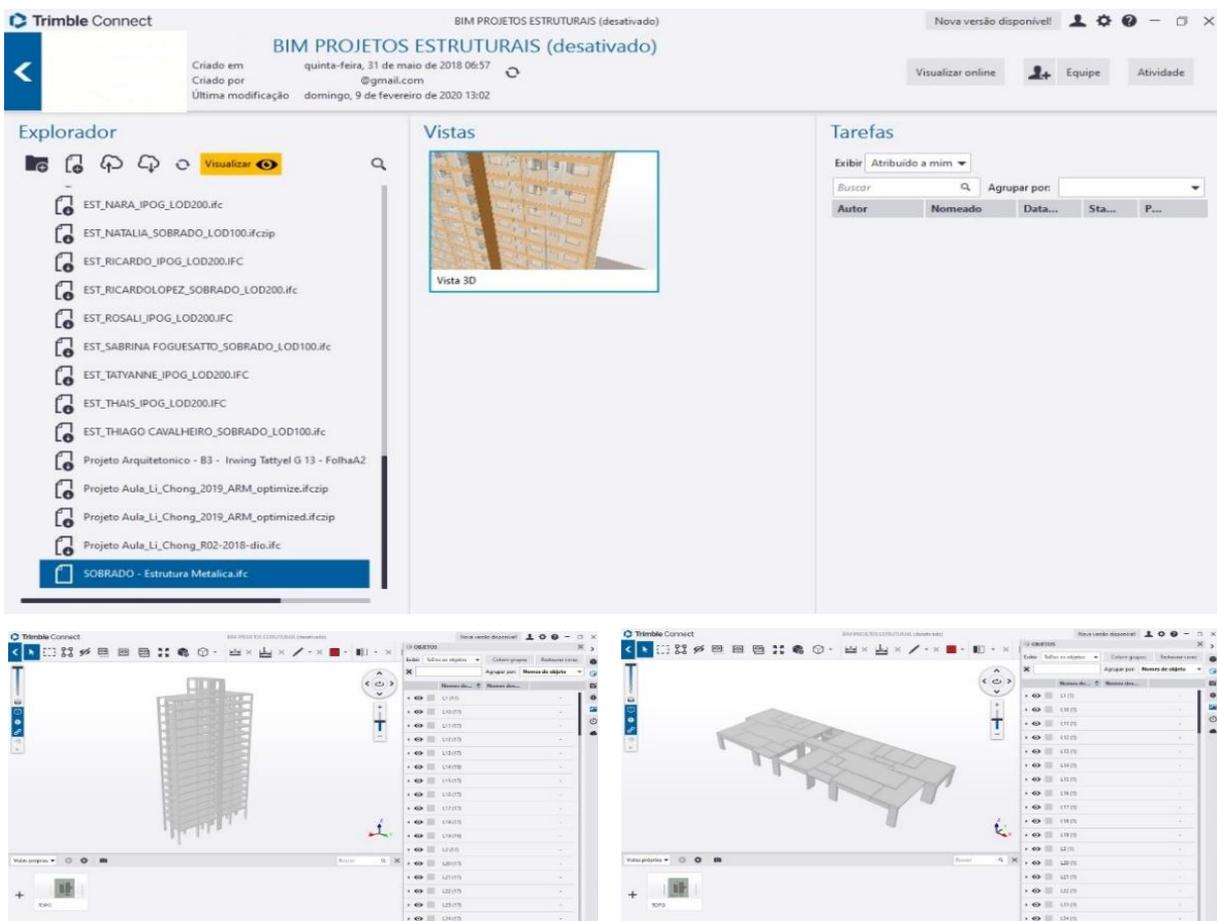
Figura 6. Níveis de maturidade BIM



Fonte: Carezzato, 2018 (Adaptado de ISO19650-1.2, 2017)

A partir do BIM Estágio 1 ao BIM Estágio 3 conforme Carezzato (2018) sugere-se que um *Common Data Environment* (CDE), seja utilizado. O CDE é um sistema onde todos os envolvidos no desenvolvimento do projeto, execução da obra e na operação e manutenção do empreendimento possam ter acesso a todas as informações de dados sendo essencial que a organização, instituição e/ou profissional contratante tenha acesso a esse ambiente comum de dados pois é através dele que se pode fazer a medição dos trabalhos contratados, verificação da qualidade e a partir disso realizar os pagamentos conforme constará no contrato. Como exemplos de CDE tem-se o BIM 360 da *Autodesk*, o *Trimble Connect* (Figura 7) e *Bentley Project Wyse* dentre outros.

Figura 7. Exemplo de CDE



Fonte: Elaboração própria, 2020

A partir do BIM Estágio 1 ao BIM Estágio 3 conforme Carezzato (2018) sugere-se que um *Common Data Environment* (CDE), seja utilizado. O CDE é um sistema onde todos os

envolvidos no desenvolvimento do projeto, execução da obra e na operação e manutenção do empreendimento possam ter acesso a todas as informações de dados sendo essencial que a organização, instituição e/ou profissional contratante tenha acesso a esse ambiente comum de dados pois é através dele que se pode fazer a medição dos trabalhos contratados, verificação da qualidade e a partir disso realizar os pagamentos conforme constará no contrato. Como exemplos de CDE tem-se o BIM 360 da *Autodesk*, o *Trimble Connect* (Figura 7) e *Bentley Project Wyse* dentre outros.

O processo projeto quando apenas da inserção de *softwares* BIM impede a promoção de trocas de informações entre os envolvidos no projeto e conseqüentemente a não apropriação dos benefícios do trabalho colaborativo e do desenvolvimento do BIM na melhoria da qualidade dos projetos e do produto final entregue. O BIM utilizado unicamente para produção de modelagem 3D se desconecta da sua finalidade inicial que é a promoção do trabalho colaborativo, pois sem mudanças na forma de trabalho o resultado, será um modelo 3D sem informação e provavelmente, não atualizado.

1.3 Questões sobre a implementação BIM nas Organizações

A partir de uma geometria mais precisa, associada aos dados necessários para dar suporte a todo o ciclo de vida da edificação, a implementação adequada do BIM nas organizações facilita processos de projeto e construção, que resultam em edificações de melhor qualidade, com redução de custo e tempo (EASTMAN et al., 2014).

Apesar dos benefícios atribuídos quando da adoção da modelagem da informação da construção, os projetos em BIM exigem alterações relativas as pessoas, processos e tecnologia, tendo em vista que saímos do modelo em duas dimensões (2D) em direção a um modelo em três dimensões (3D), sendo esse modelo repleto de dados e informações totalmente integrados e paramétricos. Estas alterações submetem as organizações, instituições e/ou profissionais em geral ligados a indústria AECO ao enfrentamento de diversos desafios, tendo em vista que apenas a entrega de um modelo BIM não assegura usufruir dos benefícios que o BIM propõe.

Os principais impactos da implementação BIM em organizações apontados nos estudos de Eadie et al. (2013) envolvem: a colaboração, o entendimento da adoção BIM como um processo, e não como utilização de uma tecnologia, e a redução de desperdícios sendo os materiais, recursos e custos. Desta forma a implementação do BIM não pode ser tratada como apenas um treinamento de softwares junto as equipes.

No Quadro 2 estão listados os fatores que podem limitar a adoção de BIM pelas organizações e/ou instituições e os respectivos autores. Esses estudos apontam alguns fatores como limitantes para a adoção do BIM nas organizações e conseqüentemente para o exercício de um fluxo de trabalho colaborativo, sendo eles: a carência com relação a mão de obra especializada dado as novos papéis e funções que surgem com a implementação BIM, a queda de produtividade da equipe considerando os tempos de treinamento e curvas de aprendizado de softwares, além da resistência da equipe em aceitar mudanças de metodologia de trabalho e de tecnologia que serão utilizadas, o alto custo de ferramentas e equipamentos (hardware e software) que se fazem necessários ao suporte do processo BIM e o problema da interoperabilidade entre softwares.

Quadro 2. Fatores que podem limitar a Implementação do BIM

PILARES BIM	FATORES LIMITANTES	AUTORES
PESSOAS	Queda da produtividade	Eadie et al. (2013)
	Resistência da equipe em aceitar mudanças	Arayici et al. (2009) Eadie et al. (2013) CBIC (2016);
	Carência com relação a mão de obra capacitada	Barison e Santos (2011) Chien et al. (2014) Herr e ischer (2018) Ozorhon e Karahan (2017)
PROCESSOS	Ausência de fluxo de trabalho confiável	Santos (2016)
	Dificuldade por falta de guias e manuais de implementação e orientação no uso da modelagem e sua aplicação	
TECNOLOGIA	Problemas com a interoperabilidade	Chien et al. (2014)
	Ausência de softwares, hardwares específicos	Ozorhon e Karahan (2017)
	Alto custo de softwares e hardwares	Santos (2016) Telaga (2018)

Fonte: Elaboração própria, 2020

Como o BIM se trata de uma inovação disruptiva e de certa forma recente tem-se que o número de profissionais que efetivamente utilizam o BIM colaborativo em seus fluxos projetuais é ainda bastante restrito. Existe uma dificuldade em encontrar pessoal qualificado e isso demanda que as organizações e/ou instituições tenham que investir financeiramente em treinamentos da equipe sendo que esses demandam tempo.

Conjectura-se que num processo tradicional de projeto em determinada organização o desempenho da equipe variará muito pouco ao longo do tempo dado que os processos e as práticas já são largamente utilizados pela grande maioria dos envolvidos. Os gestores das organizações, instituições e/ou escritórios quando decidem migrar para o BIM, optam pelo treinamento da equipe em um *software* BIM, acreditando que somente essa decisão será necessária para a utilização plena do BIM nos processos.

Sobre o tempo de concepção do projeto em um processo BIM ser maior que em um processo tradicional podemos afirmar que:

Iniciar um projeto em BIM é inevitavelmente um processo mais demorado que desenvolver em um software com representação gráfica 2D, pela maior necessidade de dados de entrada (PERMONIAN, 2016)

Desta forma é necessário aprender a utilizar os programas e desenvolver as bibliotecas personalizadas de componentes BIM tendo em vista que muitos *softwares* não as disponibilizam, além de aprender a modelar numa ferramenta e dimensionar em outras.

Outra barreira a ser vencida para adoção do BIM é a resistência à mudança do trabalho individual convencional para o trabalho colaborativo BIM, pois trabalhar nesse novo formato demanda não apenas o aprendizado de novos comandos e de softwares, mas, principalmente, exige do profissional uma adaptação a um novo fluxo de trabalho. No estudo de Enshassi et al., (2019) que apontam os fatores críticos de sucesso para a implementação BIM na indústria AECO, os autores chamam a atenção para dois fatores sendo esses: a importância dos programas de treinamento e o gerenciamento a resistência das pessoas à mudança proposta pelo processo BIM.

Vê-se, portanto, que a preparação da equipe através de ensino, treinamentos e do entendimento sobre os benefícios que podem ser alcançados da adoção do BIM possibilita aos envolvidos a decisão pela sua implementação nos processos de projeto, gerando assim motivação da própria organização em empreender essa mudança cultural.

E em segundo momento conforme apontado por Che Ibrahim et al. (2019) os envolvidos sentem que essa participação e o compartilhamento de informações criam um ambiente positivo de trabalho, ou seja, os envolvidos acabam compreendendo que as alterações nos processos se tornam positivas ao longo do tempo.

No entanto é provável que aconteça uma queda de produtividade da equipe durante a adoção de processo BIM, tendo em vista que a utilização de um processo de projeto novo demanda necessidade de tempo de aprendizagem e adaptação com processos, fluxos de trabalho e tecnologias. Segundo Reis (2011, p.67) “o risco do retorno ao CAD é comum no início da migração para o BIM devido à perda de produtividade”.

Sem orientação, estudos e preparação adequada quanto a fluxos e ao processo de desenvolvimento BIM, retrabalhos podem ser inevitáveis gerando além da desmotivação da equipe, frustração pela geração de resultados desagradáveis e por consequência atrasos nas entregas.

Uma implementação BIM mal-sucedida pode ser capaz de fazer com que as organizações, instituições e/ou escritórios retornem ao processo tradicional de projeto tendo em vista que já dispõem de notório conhecimento e de processos já definidos, gerando ao menos o desempenho já previsto.

Um planejamento para uma migração minimamente estruturada e documentada do processo tradicional para o processo BIM se faz necessário para que os benefícios tão propagados de sua utilização possam compensar o investimento que será realizado, pois o alto custo de ferramentas e equipamentos é também um dos fatores apontados como limitante para a implementação do BIM.

Em geral o processo colaborativo exige o compartilhamento de informações entre os vários envolvidos no projeto, e isso relaciona-se aos *softwares* utilizados e como eles

conversam entre si, sendo importante a aquisição e utilização de ferramentas e/ou máquinas com maior capacidade de memória e processamento que auxiliem e se adequem a essa nova realidade no ambiente de trabalho com a adoção do BIM.

É comum a necessidade de reestruturação do parque tecnológico da organização como afirmou Pereira (2017). Em sua tese a autora indica ser fundamental o desenvolvimento de um planejamento programado com metas e objetivos bem definidos para a utilização do BIM, evitando assim gastos desnecessários a organização e justificando os investimentos que serão realizados, sendo essas escolhas de softwares e hardwares documentadas no PEB.

Outra limitação da implementação BIM em organizações é a questão da interoperabilidade, sendo necessário que programas funcionem bem uns com os outros, ou seja, que exista interoperabilidade entre os softwares usados em cada disciplina. O fato é que o processo de troca de informações utilizando o IFC possui limitações e pode resultar na perda destas durante o processo de conversão dos modelos entre as disciplinas. A estratégia que pode ser aplicada pelos usuários é a de utilizar softwares de mesma empresa ou de empresas parceiras, bem como da utilização de soluções *plug-ins* que traduzem os arquivos de um programa para o outro, com o objetivo de minimizar as perdas, garantir a eficiência na troca de informações e os melhores fluxos de trabalho entre as disciplinas envolvidas para cada projeto.

Sobre obter sucesso em uma implementação BIM podemos afirmar que:

A implantação do BIM depende de uma reestruturação da organização de quem a adotar, impactando todos os intervenientes e parceiros do processo de projeto e ao longo da vida útil do empreendimento. (...) Por isso, a implantação deve ser cuidadosamente planejada para que não cause prejuízos nem leve à perda de oportunidade de adoção de um novo processo muito mais produtivo do que em *Computer Aided Design* (LEUSIN, 2018, p. 02):

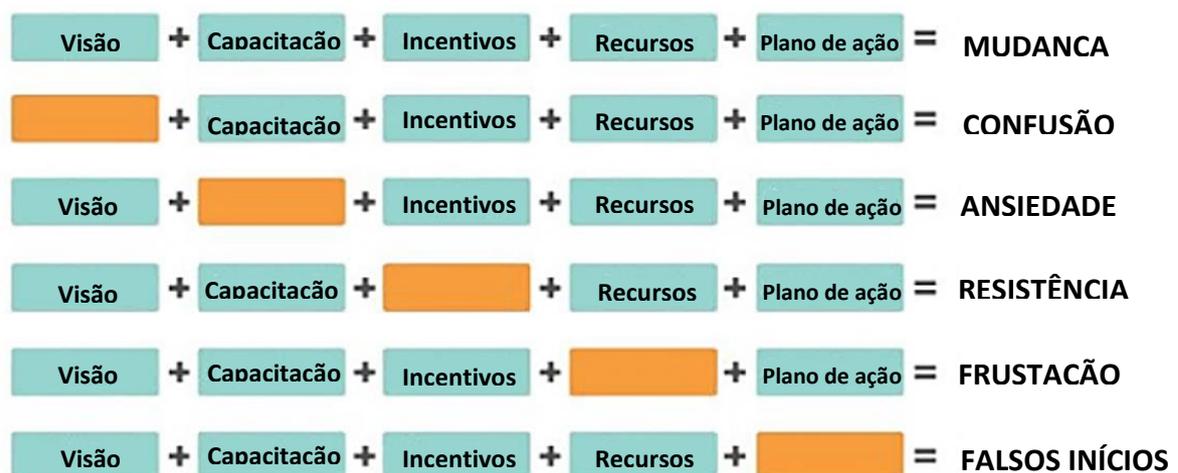
Conseguir a plena colaboração entre os envolvidos não é algo simples e rápido de alcançar, sendo necessário portanto, um profundo rearranjo da organização, isto perpassa por planejamento, capacitação da equipe com fortalecimento do conhecimento a ser adquirido, configurações de geração e troca de informações para desenvolvimento do modelo BIM e a

definição de seus limites de atuação, resultando em boas práticas e procedimentos bem definidos, alcançando os benefícios BIM já largamente difundidos:

Percebe-se, portanto, que a implementação BIM em uma organização precisa acontecer de forma gradual e a longo prazo, definindo estratégias de implementação e medindo o desempenho BIM nas organizações. Eastman et al. (2014) recomenda algumas práticas para adoção do BIM e de um modo geral sugere que a utilização das ferramentas aconteça por meio de exercícios e projetos-pilotos, com foco em metas e objetivos inicialmente simples, além do uso restrito de ferramentas BIM e de métodos práticos para medir os resultados:

Em sua pesquisa exploratória Hadzaman et al (2016) apontaram estratégias para implementar o BIM: programa de treinamento, software e hardware, envolvimento da gestão e entendimento de todos os potenciais usos do BIM¹², participação no desenvolvimento de documentos e *workshop* de coordenação. A CBIC (2016) afirma que para que as mudanças aconteçam na organização são necessários cinco componentes críticos: visão, capacitação, incentivos, recursos e o desenvolvimentos de um plano de ação, e essa afirmação vai ao encontro do exposto por Hadzaman et al (2016). A falta de algum destes componentes críticos numa implementação BIM, conforme Figura 8, leva a confusão, ansiedade, resistência, frustração ou a falsos indícios (CBIC, 2016).

Figura 8. Componentes críticos para adoção do BIM em uma organização



Fonte: CBIC, 2016

¹² A *Pennsylvania State University* identificou através de um estudo 25 (vinte e cinco) usos do BIM que podem ser praticados durante as fases do ciclo de vida de um edifício (MESSNER et al, 2011).

O trabalho colaborativo em BIM envolve, portanto, pessoas (comunicação, responsáveis e funções) e tecnologia (software, hardware e interoperabilidade) que unidas estabelecerão os processos para que o modelo BIM alcance seus objetivos, sendo que todas essas definições de procedimentos para desenvolvimento dos projetos devem estar sobretudo documentadas em um Plano de Execução BIM interno para a organização com o objetivo de estabelecer interações estruturadas. A aplicação destas recomendações será retomada no Capítulo 2 – Requisitos para Plano de Execução BIM.

1.4 Plano de Execução BIM: definição e importância

Em um ambiente altamente fragmentado, como o da indústria AECO, especialmente na área de edificações, padrões e guias são essenciais, definindo métodos de projeto, níveis de desempenho funcional, dimensões modulares de sistemas construtivos, dentre outros aspectos (SACKS et al., 2016).

A adoção do BIM a nível de projeto é estabelecida através do Plano de Execução BIM (PEB) que é parte do conjunto de protocolos que serão estabelecidos por determinada organização, instituição, empresa e/ou profissional numa implementação BIM.

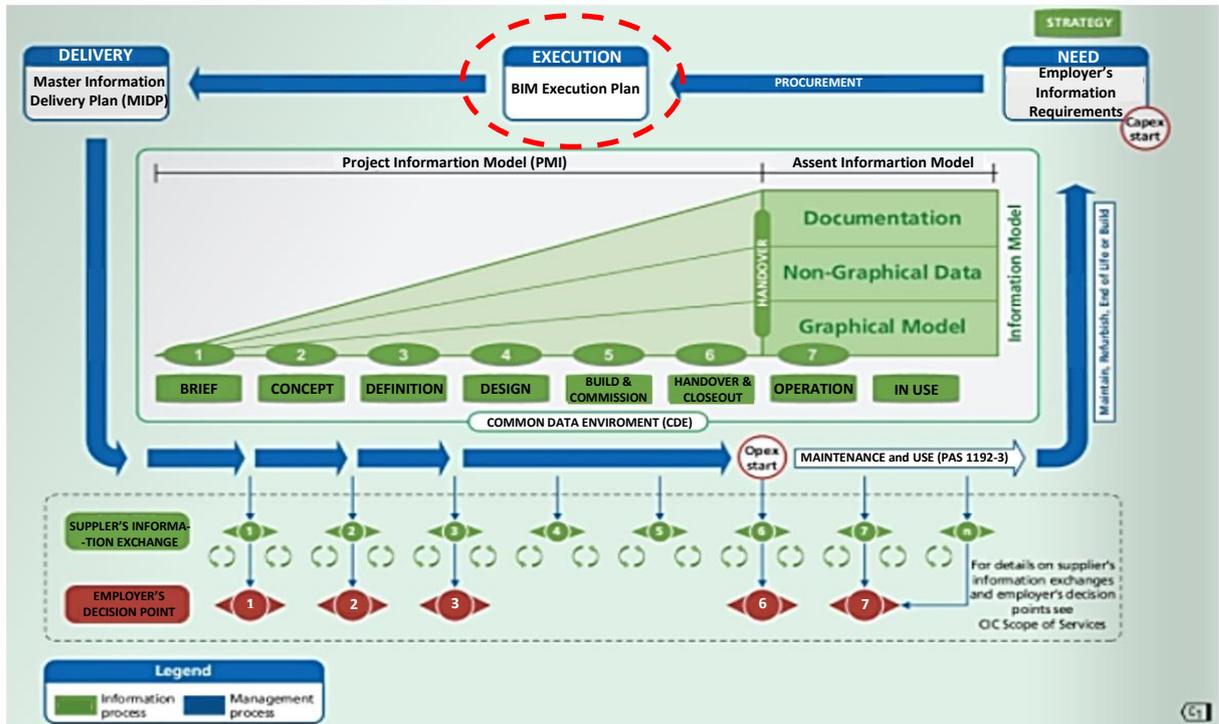
O PEB é um documento inclusivo, desenvolvido e editado ao longo do tempo tanto para a organização interna como para as expectativas externas (KENSEK, 2018).

A importância em desenvolvê-lo se dá pelo fato que o PEB é citado, descrito e aparece como documento obrigatório nas normas estrangeiras PAS 1192-2:2013 e na ISO 19650-1. Na Figura 9 tem-se o ciclo de entrega de informações presente na PAS 1192-2:2013 com destaque para o PEB. No Brasil, o Decreto 10.306, de 02 de abril de 2020 apresenta em seu Art. 6º informações que podem ser utilizadas no desenvolvimento do Plano de Execução BIM (BRASIL, 2020).

O documento PEB deve estipular ainda as metas de informação para cada etapa do ciclo de vida das edificações e os seus respectivos responsáveis, identificando quais os benefícios BIM a serem alcançados durante as etapas tanto de planejamento, projeto,

construção e operação e garantindo que todos os envolvidos no projeto estejam cientes de suas atribuições no fluxo de trabalho BIM.

Figura 9. O ciclo de entrega de informações com destaque para o BIM Execution Plan (BEP)



Fonte: <http://biblus.accasoftware.com/ptb/pas-1192-3-bim-para-a-gestao-dos-patrimonios-imobiliarios/>

As informações contidas no PEB variam de acordo com a organização, instituição, empresa e/ou profissional que o desenvolve e o utiliza. No caso de organizações e/ou instituições públicas, Carezzato (2018) menciona que o PEB é um documento de referência que deve ser utilizado por todos os envolvidos nas atividades BIM.

O PEB é desenvolvido de forma colaborativa pela equipe responsável pelo projeto e inclui os requisitos de projeto de todos os envolvidos no processo, produzindo informação útil para os objetivos acordados do projeto. Seu desenvolvimento é importante pois é preciso comunicar o que o será atendido pelo modelo BIM e o que o modelo BIM não atenderá.

Após o desenvolvimento do plano, seu progresso é monitorado para obter o máximo de benefícios do BIM, sendo que o desenvolvimento do PEB também representa um fator

crítico de sucesso no gerenciamento de BIM para fornecer níveis mais altos de desempenho do projeto (EADIE et al.,2013).

O documento PEB é uma solução que objetiva apontar os principais fatores a serem considerados pela equipe de projeto, para que essa possa programar procedimentos estruturados para adoção de fluxo de trabalho colaborativo em BIM ao longo do ciclo de vida do projeto e da construção do empreendimento.

1.4.1 O Plano de Execução BIM e a Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade da UFMS.

A busca por edificações mais eficientes e com diminuição dos desperdícios de construção, operação e manutenção necessita de processos consolidados e documentados que atuem ao longo desse ciclo de vida da edificação.

Importante citar como resultados dessa pesquisa, sobre capacitação e divulgação, a importância do papel que o poder público desempenha e de como suas edificações deveriam servir de exemplo.

Como visto anteriormente, adotar o BIM requer o desenvolvimento de novas habilidades, estratégias e de maneiras de promover as interações entre os profissionais envolvidos no processo de projeto, de modo a facilitar a colaboração entre os próprios evitando que, conforme Durante et al. (2015), a tomada de decisão ocorra sem as informações com a qualidade necessária.

Em seu estudo exploratório Hadzaman et al. (2016) afirmaram que o PEB é entendido como um procedimento para implementar o BIM que busca aprimorar a entrega do projeto para etapa de construção desta forma a principal razão para que a CPO/UFMS desenvolva o documento é que a partir do PEB tenha-se a integração efetiva do BIM no processo de projeto e conseqüentemente a organização possa usufruir dos benefícios tão propagados na adoção BIM.

Os autores apontaram ainda que os elementos importantes no desenvolvimento de um PEB são: objetivos do BIM, uso do BIM, definição dos responsáveis, plataformas para colaboração e os requisitos de modelagem.

O PEB além de ser um documento que descreve a visão geral do projeto com detalhes de implementação, para que a equipe responsável pelo mesmo observe ao longo do desenvolvimento deste, também documenta os entregáveis e os processos BIM para desenvolvimento do projeto, auxiliando a equipe de projetos da CPO/UFMS tendo em vista que a elaboração de procedimentos descritivos é a melhor forma de consolidar o conhecimento adquirido e facilitar sua difusão entre os possíveis novos membros da equipe.

Ao desenvolver PEB a equipe de projetos da CPO/UFMS terá conhecimento das metas estratégicas, da forma de comunicação estabelecida para a adoção do BIM no projeto e entenderá o papel e as responsabilidades de cada um dos envolvidos na implementação. A equipe poderá ainda planejar um processo de adoção BIM que seja adequado às práticas da equipe e aos fluxos de trabalho organizacionais a serem definidos pois conforme Kensek (2018) o escopo do PEB é altamente dependente da organização que o desenvolve.

O PEB será também referência aos futuros participantes que ingressarem no projeto evitando os riscos relacionados a falta de experiência dos envolvidos e/ou da rotatividade de membros da equipe.

A pesquisa de Lin et al. (2016) que trata do desenvolvimento de um PEB aplicado em um estudo de caso em Taiwan demonstrou que o plano de execução BIM proposto auxiliou efetivamente no gerenciamento do projeto e apresentou vantagens não apenas na melhoria da eficiência do trabalho de gerenciamento de manutenção quando integrado às tecnologias BIM, mas também na maximização do valor e dos benefícios do BIM para dar suporte ao gerenciamento de manutenção do empreendimento.

Conjectura-se que utilizando PEB o projeto desenvolvido pela equipe da CPO/UFMS passaria a se beneficiar de um nível mais alto de planejamento com a redução das informações desconhecidas e/ou ausentes durante o processo de projeto, minimizando assim possíveis riscos para todos os profissionais envolvidos no projeto. Esses riscos se relacionam por

exemplo, a falha de atendimento das necessidades do projeto, ao desenvolvimento de um modelo BIM incompleto que não atenda aos objetivos ora definidos e aos prejuízos financeiros advindos da aquisição de softwares e equipamentos que podem ter seu potencial não explorado por se tornar sem aplicação específica.

1.5 Contexto dos diversos Planos de Execução BIM

Ao longo dos últimos anos, vários países em todo o mundo iniciaram a sua adoção do BIM e desenvolveram políticas nacionais de estímulo a sua efetiva implementação, além de definir datas de expectativa para a implementação completa de projetos colaborativos BIM. O fato é que não existe um plano universal de execução do BIM, sendo que na maioria das vezes diferentes países têm documentos e/ou conjunto de regras diferentes.

Utilizou-se, portanto, um conjunto de amostra de sete (07) documentos, esses oriundos de diferentes tipos de organizações dos seguintes países: Estados Unidos, Reino Unido e Singapura, estes escolhidos pelo fato que nesses locais a regulamentação do BIM se deu impulsionada pelo Estado, a exemplo do que vem acontecendo no Brasil, e pelo fato de esses países já se encontram em estágios mais avançados de adoção do BIM.

Os documentos analisados apresentam abordagem generalista e do início da pesquisa não foi encontrado nenhum Plano de Execução BIM em língua portuguesa disponível para *download*. No Quadro 3 tem-se a lista com os documentos selecionados, com o título do documento, a versão, local, ano e o responsável pelo seu desenvolvimento.

Quadro 3. Documentos adotados para análise na pesquisa

DOCUMENTO	DESENVOLVEDOR	VERSÃO	LOCAL	ANO
VA BIM Guide	<i>Department of Veterans Affairs</i>	1.0	EUA	2010
BIM Project Execution Planning Guide	<i>The Pennsylvania State University</i>	2.1	EUA	2011
AEC (UK) BIM Protocol National Standards			Reino Unido	2012
Building Information Modeling (BIM) Guidelines	<i>University of Southern California (USC)</i>	1.6	EUA	2012
Singapore BIM Guide	<i>Building and Construction Authority</i>	2	Singapura	2013
MIT BIM Execution Plan	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	3.3	EUA	2016
BIM Execution Plan BIM for Architects, Engineers and Contractors	<i>University of South Florida (USF)</i>	-	EUA	2018

Fonte: Elaboração própria, 2020

Foi analisado os conteúdos desses documentos, categorizando os tópicos a partir dos próprios documentos, a exemplo do estudo de Sacks et al. (2016).

Optou-se pela definição de um escopo mínimo a partir dos tópicos aprendidos no levantamento, na busca por evitar que os mesmos se tornassem muito abrangentes, indo na direção oposta da objetividade que se espera atingir com a sua inserção no PEB a ser proposto.

No caso dos EUA, foram selecionadas mais de uma publicação devido ao alto número de referências encontradas, citando-as.

Os parágrafos a seguir abordam, brevemente, os materiais selecionados e que foram estudados e aplicados nesta dissertação sendo escolhidos os materiais dos EUA: o *VA BIM Guide*, *BIM Project Execution Planning Guide*, *Building Information Modeling (BIM) Guidelines*, *Massachusetts Institute of Technology PEB*, *BIM Execution Plan BIM for Architects, Engineers and Contractors*; do Reino Unido: o *AEC (UK) BIM Protocol National Standards*; e de Singapura: o *Singapore BIM Guide*.

Além destes, também foi utilizado como referência o estudo de Sacks et al. (2016), que apresenta uma análise qualitativa do conteúdo de quinze documentos que abordam diretrizes, normas e protocolos do BIM até então publicados.

1.5.1 VA BIM Guide (VA, 2010)

O *VA BIM Guide* foi produzido pelo órgão de Gerenciamento de Obras e Instalações (CFM) do *U.S. Department of Veterans Affairs (VA)* em virtude da obrigatoriedade, decretada em 2006 pela *General Services Administration (GSA)*, da utilização do BIM para fase projetual de novas edificações públicas e dos projetos financiados pela própria GSA, como instituições civis federais e militares dos: *U.S. Department of Veterans Affairs* (Departamento de Assuntos de Veteranos dos EUA) *U.S. Army Corps of Engineers* (Corpo de Engenheiros do Exército), e *U.S. Coast Guard* (Guarda Costeira dos EUA).

Conforme Manzione (2013) um estudo do NIST identificou a falta de interoperabilidade da informação como a principal causa do desperdício e retrabalho dentro

do amplo programa da GSA sendo que de um total de US\$ 12 bilhões investido na época, 4,2% foi estimado como desperdício, portanto o equivalente a US\$ 650 milhões.

O CFM fornece projetos e gerenciamento de projetos, serviços de preservação histórica e ambiental, e instalações de alta qualidade e econômicas em apoio aos veteranos americanos. O objetivo da adoção do BIM pelo CFM foi maximizar o desempenho do ciclo de vida da construção para apoiar o Departamento.

O documento apresenta detalhes com relação a definição das principais funções e responsabilidades dos envolvidos no projeto BIM, e descreve as funções de suporte com o requisito de que a proposta do projeto incluía “qualificações, experiência e informações de contato dos seguintes: gerente BIM, coordenador BIM e para todas as principais especialistas das disciplinas envolvidas do projeto. No Quadro 4 tem-se os assuntos abordados no VA BIM *Guide*.

Quadro 4. Aspectos tratados no VA BIM *Guide*

VA BIM <i>Guide</i>
BIM no ciclo de vida das edificações
Requisitos relativos a Implementação
Plano de Gestão BIM
Funções e Responsabilidades BIM
Requisitos para trocas de Modelos
Procedimentos de Colaboração
Usos do BIM
Modelos, formatos e estruturas de modelos 3D
Plataforma tecnológica e software
Requisitos de modelagem
Requisitos para os Arquivos (nomenclatura)
Requisitos para documentação 2D
Glossário

Fonte: Elaboração própria, 2020

O VA BIM *Guide* cuja versão é de 2010, conta com 45 (quarenta e cinco) páginas, divididos em 13 (treze) capítulos, fornece instruções de forma descritiva que se aplicam as etapas de projeto e construção, para que as ferramentas BIM compatíveis com o padrão IFC sejam utilizadas com o objetivo de promover a interoperabilidade entre os diferentes

programas das diversas disciplinas para todos os projetos de construção e reforma, orçados em mais de US\$ 10 milhões dos contratados realizados pelo VA.

1.5.2 BIM Project Execution Planning Guide (Pennsylvania State University, 2011)

Penn State College of Engineering é uma universidade norte-americana sediada no estado da Pensilvânia e referência no desenvolvimento e disseminação do BIM. Um dos seus resultados de relevância foi o desenvolvimento do *BIM Project Execution Planning Guide* (Guia de Planejamento de Execução de Projeto BIM).

O *BIM Project Execution Planning Guide* propõe que uma organização siga os seguintes passos: Identificar os objetivos e utilidades BIM: definir valor para a equipe envolvida com a implantação; a) Projetar os processos de gestão de BIM: b) Desenvolver os processos que incluem tarefas realizadas para a geração do modelo BIM através de trocas de informação; c) Desenvolver as trocas de informação: conteúdo, níveis de detalhe e partes responsáveis por cada troca de informação; d) Definir a infraestrutura de suporte para a implantação de BIM: com base nos passos anteriores, definir a infraestrutura requerida para tal implantação. No Quadro 5 tem-se os assuntos abordados no PEB desenvolvido pela *Pennsylvania State University* (PSU).

Quadro 5. Aspectos tratados no *BIM Project Execution Planning Guide*

BIM Project Execution Planning Guide
Visão geral do PEB
Informações do projeto
Contatos chave do projeto
Objetivos do projeto/ Usos do BIM
Regras organizacionais/pessoas
Processo projeto BIM
Intercâmbio de informações BIM
Requisitos de dados de BIM
Procedimentos de colaboração
Controle de qualidade
Requisitos de infraestrutura tecnológica
Estrutura do modelo
Entregáveis de projeto
Estratégia de entrega/contrato
Anexos

Fonte: Elaboração própria, 2020

O documento cuja versão é de 2011 tem seu conteúdo dividido em 8 (oito) capítulos totalizando 120 (cento e vinte) páginas, fornece instruções de forma descritiva e se atenta aos requisitos que devem ser considerados para desenvolvimento e implementação de um PEB através da identificação das metas e da indicação de convenções para as trocas de informação.

Encontra-se no BIM *Project Execution Planning Guide* além dos textos, mapas, gráficos e planilhas que auxiliam no desenvolvimento de documento PEB tendo em vista que oferece um método estruturado para os interessados em elaborar seus próprios documentos.

O documento trata ainda da necessidade de envolvimento de todos os possíveis interessados no empreendimento e da definição de um responsável por gerenciar a adoção do BIM.

1.5.3 AEC (UK) BIM Protocol National Standards (BIM UK Committee, 2012)

O Protocolo AEC (UK) BIM baseia-se nas diretrizes e estruturas definidas pelos documentos de normas britânicas (BS 1192: 2007, PAS1192-2 e BS8541-1), com o objetivo de fornecer um padrão e métodos de melhores práticas para o desenvolvimento, organização e gerenciamento das informações da indústria AECO ao implementar o BIM em um projeto colaborativo. O protocolo trata dos seguintes pontos: *Checklist* do PEB / Orientação do PEB, Informações do Projeto, Objetivos e metas do projeto, Trabalho colaborativo, Recursos do projeto e Requisitos de Tecnologia da Informação (TI). O Quadro 6 apresenta os assuntos tratados no AEC (UK) BIM *Protocol National Standards*.

Quadro 6. Aspectos tratados no AEC (UK) BIM *Protocol National Standards*

AEC (UK) BIM Protocol National Standards
Informações do projeto
Objetivos e Metas do Projeto
Trabalho Colaborativo
Recursos de projeto e requisitos de informática

Fonte: Elaboração própria, 2020

Com relação ao trabalho colaborativo dada a existência de vários envolvidos no projeto, o documento sugere que devem ser estabelecidos e acordados: os padrões comuns

de modelagem BIM, o ponto de origem do projeto, as unidades de modelagem comuns e os métodos para cálculos de área, além da frequência em que acontecerão as reuniões da equipe, objetivando uma comunicação eficiente e regular que é essencial para o trabalho colaborativo.

O documento cuja versão é de 2012 tem seu conteúdo dividido em apenas 3 (três) capítulos totalizando 13 (treze) páginas e fornece instruções de forma bastante resumida.

1.5.4 Building Information Modeling (BIM) Guidelines (University of South California, 2012)

O documento orienta e define o escopo do trabalho de projeto, construção e entregas para o trabalho BIM em novos projetos de construção da Universidade do Sul da Califórnia (USC), grandes reformas e outros projetos, todos baseados na forma de contrato em *Design Bid Build*¹³ (DBB).

Com versão inicial de 2012, o documento apresenta o conteúdo dividido em 7 (sete) capítulos totalizando 66 (sessenta e seis) páginas, cujos assuntos estão organizados conforme Quadro 7.

Quadro 7. Aspectos tratados no *Building Information Modeling (BIM) Guidelines*

<i>Building Information Modeling (BIM) Guidelines</i>
Informações do projeto
Principais contatos do projeto
Usos BIM
Funções organizacionais / pessoal
Projeto de processo BIM
Processos BIM e procedimentos de colaboração
Controle de qualidade seção
Necessidades de infraestrutura tecnológica
Organização modelo
Entregas de projetos
Matriz de modelagem mínima
Anexos
Página de assinatura conjunta

Fonte: Elaboração própria, 2020

¹³ Estman et al (2009) considera que três métodos de contratação fundamentais para projetos BIM podem ser utilizados pelo mercado da construção civil: Design-Bid-Build (DBB), Design-Build (DB), Construction Management at Risk (CMR). No Brasil são respectivamente: Menor Preço, Preço Fixo e Administração da Obra (UECHI, 2013).

O documento fornece informações essenciais para a execução dos projetos da USC apresentando os requisitos do uso do BIM, como componentes do modelo, nível de detalhe e dados do COBie, sendo mencionados desde a fase de projeto até a construção. Informações mais detalhadas para vários modelos, formato, planilhas, requisitos, nomenclatura e especificações estão descritos no apêndice sendo indicadas para ajudar os contratados a implementar os projetos da USC. Além disto, anexo ao *Building Information Modeling (BIM) Guidelines* tem-se o modelo do PEB.

1.5.5 Singapore BIM guide for BIM Execution Plan (Building and Construction Authority, 2013)

O guia BIM de Singapura cuja versão é de 2013 tem seu conteúdo dividido em 5 (cinco) capítulos totalizando 70 (setenta) páginas e, fornece entendimento sobre requisitos de uso do BIM em diferentes estágios de projeto.

O conteúdo do Plano de Execução BIM inclui o seguinte: informações do projeto, objetivos e usos do BIM, funções e responsabilidades ao usar o BIM em diferentes estágios do projeto, processo e estratégia BIM, métodos de procedimento colaborativo a serem seguidos durante o processo de entrega do projeto e formatos para envio, diretrizes de modelagem para obter os resultados descritos e infraestrutura tecnológica e de software.

O Quadro 8 apresenta os assuntos tratados no documento analisado.

Quadro 8. Aspectos tratados no Singapore BIM Guide

Singapore BIM guide for BIM Execution Plan
Informações do Projeto;
Objetivos e usos do BIM;
Funções, equipe e competência de cada membro do projeto;
Processo e estratégia BIM;
Protocolo de troca BIM e formato de envio;
Requisito de dados BIM;
Procedimentos e método de colaboração para lidar com modelos compartilhados;
Controle de qualidade;
Infraestrutura e software de tecnologia
Anexos

Fonte: Elaboração própria, 2020

O *Singapore BIM Guide* é auxiliado pelos Guias Essenciais do BIM, que visam auxiliar individualmente cada parte interessada durante a execução de um projeto BIM. Inclui *template* de PEB e seu desenvolvimento tornou-se obrigatório para novos projetos com mais de 5000m².

1.5.6 MIT BIM Execution Plan (MIT, 2016)

O MIT BIM *Execution Plan* desenvolvido pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) cuja versão é de 2016 apresenta o conteúdo disposto em 14 (quatorze) capítulos num total de 33 (trinta e três) páginas. O Quadro 9 apresenta os assuntos tratados no MIT BIM *Execution Plan*.

Quadro 9. Aspectos tratados no MIT BIM *Execution Plan*

MIT BIM Execution Plan
Informações do projeto
Contato chaves do Projeto
Objetivos e Usos BIM
Regras Organizacionais de Pessoal
Diagrama do processo de transição do modelo
Trocas de Informação BIM
Requisitos de dados BIM
Processos de Colaboração
Controle de qualidade
Infraestrutura Tecnológica necessária
Estrutura do modelo
Entregas do projeto
Estratégia de entrega/ contrato

Fonte: Elaboração própria, 2020

1.5.7 BIM Execution Plan BIM for Architects, Engineers and Contractors (University of South Florida, 2018)

O modelo de PEB da *University of South Florida* (USF) é de extrema importância para esta pesquisa pois, apesar de estar escrito em outro idioma e ter sido produzido para a utilização num meio com legislação diferente da nossa, é um documento com foco na construção civil de suporte para uma universidade.

O documento cuja versão é de 2018 tem seu conteúdo dividido em 12 (doze) capítulos totalizando 32 (trinta e duas) páginas e trata dos aspectos apresentados no Quadro 10.

Quadro 10. Aspectos tratados no BIM *Execution Plan BIM for Architects, Engineers and Contractor*

BIM Execution Plan BIM for Architects, Engineers and Contractors
Informações do projeto
Contato do Projeto
Objetivos/ Usos BIM
Regras de Organização
Diagrama do processo de transição do modelo
Responsabilidade BIM
Objetivos e aplicação
LOD
Intercâmbio de informações e partilha de modelos
Controle de qualidade
Plataformas tecnológicas de softwares

Fonte: Elaboração própria, 2020

A USF exige que a equipe do projeto desenvolva um PEB detalhado para a implementação bem-sucedida BIM em projetos na Universidade. O documento define os usos do BIM no projeto atrelado ao desenho detalhado do processo de execução do BIM durante todo o ciclo de vida do projeto, além de fornecer os protocolos para o desenvolvimento, uso, transmissão e troca dos dados digitais, definindo as expectativas do nível de desenvolvimento para os elementos do modelo em vários marcos do projeto.

Comprometida com a utilização do BIM em projetos universitários a USF passou a requerer um esforço para que todos os projetos implementassem o BIM da maneira mais eficaz e eficiente possível, além de integrar os requisitos do processo BIM e as metodologias de Entrega Integrada de Projetos (IPD) em seus requisitos de entrega.

1.5.8 Análise comparativa dos Planos de Execução BIM

Após o estudo e análise de cada um dos sete planos de execução BIM escolhidos foi possível identificar e elencar os assuntos encontrados. O conteúdo dos capítulos de cada documento foi comparado para identificar aplicações de mesmos assuntos em seções cujos títulos fossem distintos.

Visando facilitar a compreensão, o Quadro 11 foi desenvolvido buscando um panorama geral dos assuntos mais contemplados (marcados com um "•") em cada um dos documentos, funcionando como um modelo de referência para a elaboração do Plano de Execução BIM visando a minimização da geração de Resíduos das Construção Civil (RCCs) em projetos a serem desenvolvidos pela Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade da UFMS.

Quadro 11. PEBs adotados para análise

	VA BIM Guide	BIM Project Execution Planning Guide	AEC (UK) BIM Protocol National Standards	Building Information Modeling (BIM) Guidelines	Singapore BIM Guide	MIT BIM Execution Plan	BIM Execution Plan BIM for Architects, Engineers and Contractors
Informações do projeto	-	•	•	•	•	•	•
Contatos chave do projeto/ membros do projeto	-	•	-	•	-	•	•
Usos do BIM	•	•	-	•	•	•	•
Objetivos/ Metas do projeto	•	•	•	-	•	•	•
Processo Projeto BIM	-	•	-	•	•	•	•
Controle de Qualidade/ Requisitos para os Arquivos (nomenclatura)*/ Requisitos para modelagem**	•*/ •**	•	-	•	•	•	•
Estrutura do Modelo	•	•	-	•	-	•	-
Procedimentos de Colaboração	•	•	•	•	•	•	-
Infraestrutura Tecnológica	•	•	•	•	•	•	•
Organização do Modelo/ /Matriz de modelagem mínima* / LOD**	•	•	-	•*	-	•	•**
Entregas dos projetos	-	•	-	•	•	•	-

CONTINUA

CONTINUA

Intercâmbio de informações BIM	•	•	-	-	•	•	•
Funções e Responsabilidades BIM	•	•	-	•	•	•	•
Glossário	•	-	-	-	-	-	-
Requisitos de Dados BIM	•	•	-	-	•	•	-
Anexos	-	•	-	•	•	-	-
Estratégia de entrega/contrato	-	•	-	-	-	•	-

Fonte: Elaboração própria, 2020

No Quadro 11, portanto, foram identificados os assuntos e a exemplo do trabalho de Sacks et al. (2016) foi aplicado um limiar para esse estudo de 1/2 sendo, portanto, selecionados os capítulos que aparecem em pelo menos 4 dos 7 documentos analisados. As informações são explicadas a seguir, de modo a auxiliar no desenvolvimento do documento PEB proposto neste estudo, sendo importante mencionar que o documento deve se adequar as características únicas de cada projeto sem ser necessários incluir para desenvolvimento futuro de novos PEBs pela CPO/UFMS todos os requisitos que serão elencados para este modelo em específico.

A análise comparativa dos referidos documentos denota vários aspectos comuns entre os mesmos, destacando as seguintes informações como preponderantes a incluir num PEB a ser desenvolvido para a CPO/UFMS:

- **Informações do projeto** que trata da definição das informações básicas de referências e marcos determinados do projeto proporcionando identificar o projeto dentro do total de projetos da organização sendo eles: nome do empreendimento, dados do proprietário, dados do projeto, descrição do projeto, área do terreno, tipo e valor do contrato, tipo de contratação prevista para a obra;
- **Infraestrutura tecnológica** com a indicação dos requisitos de software, hardware, licenças tecnológicas, plataformas para intercâmbio de informações e questões técnicas a definir pelos intervenientes no projeto;
- **Membros do projeto** com a identificação e contato de todos os envolvidos no projeto;

- **Metas do empreendimento** que descreve as metas específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e temporais do projeto relacionadas ao BIM estabelecidas através de planejamento estratégico da organização;
- **Objetivos e usos do BIM** lista os possíveis objetivos do modelo BIM elencados pela equipe de projeto sendo que esses devem estar alinhados com os possíveis usos do BIM que serão necessários para o atendimento dos objetivos. Levar em conta na definição dos objetivos e usos o grau de maturidade BIM da equipe e a relação de custo-benefício analisando e a organização está preparada para alcançar tais objetivos e usos;
- **Processo BIM** que define e fornece mapas de processo para a execução do projeto. Em alguns PEBs utiliza-se para o desenho desses os fluxogramas com a notação BPMN de modo a facilitar a compreensão e a localização do projeto nas diferentes fases projetuais. Em outros documentos PEBs analisados tem-se a descrição dos processos. Lembrando que todos os processos (fluxo geral e fluxo para cada tipo de uso do BIM) precisam ter seus fluxogramas desenhados e/ou descritos;
- **Perfis BIM organizacionais** que define as funções do Gerente BIM, do Coordenador BIM, do Especialista BIM, do modelador BIM, do Gerente de informações e demais funções;
- **Responsabilidades** que trata do desenvolvimento da matriz de funções e responsabilidade cuja função é auxiliar no entendimento sobre quem é responsável por quais entregas em qualquer uma das etapas do projeto. A matriz de responsabilidades deve ser organizada de acordo com as características únicas do projeto;
- **Entregáveis** que aborda sobre o registro dos entregáveis requeridos pela organização. Informações como formato e prazos também devem ser observados além de que as entregas devem estar definidas e especificadas por disciplina e por fase de projeto;
- **Controle de Qualidade** do modelo BIM que trata das medidas de controle, realizadas em sua grande maioria através de verificações visuais e de detecção de interferências e/ou conflitos. Tem-se também a definição da metodologia de gestão das informações

do projeto durante o processo colaborativo entre os envolvidos do projeto, através da gestão das plataformas de intercâmbio de informações;

- **Requisitos do modelo** que objetiva orientar a elaboração do modelo BIM a ser executado para controle de qualidade dos modelos BIM desenvolvidos no processo colaborativo.

A partir da análise das publicações dos documentos PEB supracitados e do quadro comparativo foi possível identificar os requisitos de maior relevância sendo estes especificados no Capítulo 2 que trata do desenvolvimento do artefato.

2. REQUISITOS PARA O PLANO DE EXECUÇÃO BIM

A partir do capítulo da Fundamentação constatou-se que os referidos documentos PEBs são artefatos que visam a resolução de problemas similares aos intentos desta pesquisa e, como consequência estão dentro de uma mesma classe de problemas relacionada aos processos de projeto pouco colaborativos e consequentemente a geração de RCCs.

2.1 Configuração da Solução: Estrutura e Conteúdo do Plano de Execução BIM na CPO/UFMS

A **configuração da solução** (Volume 02) para promover a adoção do BIM em projetos como um processo colaborativo foi o desenvolvimento de um Plano de Execução BIM para CPO/UFMS.

Os atributos fundamentais do artefato são:

- a) Disponibilidade em língua portuguesa;
- b) Disponibilidade para edição;
- c) Considerar as fases de projeto consolidados na segunda parte da NBR 16636-2:2017 “Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto Arquitetônico”;
- d) Ser de fácil acesso.

O documento proposto não tem a intenção de solucionar todos os obstáculos e barreiras encontradas para a adoção do BIM em um projeto piloto colaborativo na CPO/UFMS, mas busca ser aplicável e útil para a solução do problema levantado, norteando o desenvolvimento de projetos, visando melhoria na qualidade do produto final, com atendimento de prazos e com custos reduzidos.

A partir dos documentos PEBs analisados no Capítulo 1 foram identificados os itens de maior relevância, sendo determinado o conteúdo que deveria estar presente no documento.

2.1.1 Capítulo 01 - Visão Geral do Plano de Execução BIM

Este capítulo deve-se fornecer informações adicionais de visão geral BIM. Escrever sobre aspectos introdutórios, sobre as instruções de uso do documento, os requisitos para desenvolvimento de projetos, a utilização e propriedade dos dados, a aplicabilidade do documento proposto, além de descrever os aspectos relativos a CPO/UFMS.

2.1.2 Capítulo 02 – Glossário

Embora esse capítulo seja citado apenas no documento VA BIM *Guide* a elaboração de um glossário com os termos pertinentes foi avaliada pela autora como importante dado que o conhecimento dos termos técnicos relacionados ao BIM auxilia na comunicação entre profissionais e facilita o entendimento em várias situações.

2.1.3 Capítulo 03 – Informações do Projeto Piloto

Definição das informações básicas de referências e do cronograma detalhado para desenvolvimento do projeto e a infraestrutura fundamental dado que a mudança para se adequar a uma nova metodologia de trabalho vincula-se a alterações na infraestrutura da organização para qual que se pretende desenvolver o PEB. Para tanto a infraestrutura se refere tanto aos profissionais necessários que atuarão no projeto quanto da tecnologia necessária para atender o processo de projeto BIM colaborativo.

Todos os principais contatos dos profissionais referentes ao uso BIM do projeto foram inseridos e estabeleceu-se a relação entre a participação do profissional no projeto e a fase projetual. É importante diferenciar claramente os contatos - arquitetos, engenheiros etc., se houver diferença.

Com relação a infraestrutura tecnológica tais quais: *hardware*, plataformas de *software*, licenças de *software* e redes, essas têm de ser capazes de “suportar” o desenvolvimento dos modelos BIM e as trocas de informações entre os envolvidos no projeto, sendo que a equipe deve determinar os requisitos para *hardware*, *softwares*, rede de dados e servidor local.

Com relação aos *softwares*, se faz necessário que os envolvidos no processo determinem quais deles e as suas respectivas versões são necessárias para executar os Usos do BIM que foram selecionados previamente, além de que, essas definições antecipadas auxiliam na solução de possíveis problemas de interoperabilidade, tendo em vista que a troca de informações deve ocorrer sem perdas de informações, evitando a reinserção dessas e consequentemente o retrabalho, prezando pelo pleno desenvolvimento do modelo BIM. Em face ainda das questões de interoperabilidade, deve-se definir pela utilização do formato de arquivo proprietário ou de padrão aberto, nesse caso o IFC.

A proposição dos *softwares* neste trabalho se deu a partir da utilização desses no mercado, tendo em vista a facilidade em encontrar material para sanar possíveis dúvidas e para suporte. É importante que se relate que alguns *softwares* já estavam em processo de aquisição pela CPO/UFMS no início dessa pesquisa sendo que esse fato influenciou também na proposição dos softwares abaixo (Quadro 18).

Além disto, investigou-se as potencialidades dos *softwares* BIM disponíveis para auxiliar na gestão de RCCs. O Quadro 12 mostra um estudo de Won e Cheng (2017), onde os autores identificaram ferramentas que podem contribuir diretamente na gestão dos RCCs em projeto de edificações.

Quadro 12. Software BIM que contribui com a Gestão de Resíduos da Construção Civil

USOS DO BIM	EFEITO NOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	SOFTWARE BIM QUE CONTRIBUI COM A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
PLANEJAMENTO	SIM	TRIMBLE VICO OFFICE, DIGITAL PROJECT DP MANAGER, AUTODESK NAVISWORKS , INNOVAYA VISUAL 4D SIMULATOR, SYNCHRO SOFTWARE PRO
REVISÃO DE PROJETO	SIM	SOLIBRI MODEL CHECKER , AUTODESK NAVISWORKS , TRIMBLE TEKLA BIM SIGHT
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	SIM	SOLIBRI MODEL CHECKER , AUTODESK NAVISWORKS , TRIMBLE TEKLA BIM SIGHT
CONTROLE E PLANEJAMENTO 3D	SIM	AUTODESK REVIT , GRAPHISOFT ARCHICAD, BENTLEY AECOSIM BUILDING DESIGNER, NEMETSCHek VECTORWORKS, TRIMBLE SKETCHUP PRO, NEMETSCHek ALLPLAN ARCHITECTURE, TRIMBLE TEKLA STRUCTURE, NEMETSCHek SCIA ENGINEER, DATA DESIGN SYSTEM DDS, ACCA SOFTWARE EDIFICIUS, AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D

Fonte: Adaptado de Won e Cheng (2017)

Desta forma se propôs os softwares abaixo para atendimento aos seguintes usos do BIM:

- **Software para o desenvolvimento de projetos BIM 3D** (Arquitetura e Engenharia - estrutural, de hidráulica, de AVAC - aquecimento, ventilação e ar-condicionado - e de elétrica): Autodesk REVIT;
- **Software de Validação de regras:** Solibri Model Checker; BIMCollab Zoom;
- **Software de análise de engenharia e sistemas:** Eberick; Robot Structural Analysis; TQS;
- **Software para Dimensionamento de instalações:** QiHidrossanitáriooff; QiElétrico;
- **Software para elaboração de orçamento integrado ao modelo BIM:** OrçaFascio e OrçaBIM;
- **Soluções para colaboração simultânea:** BIM360; BIMCollab Zoom;
- **Solução do tipo repositório único de informações integrado ao modelo BIM através de recursos em nuvem:** BIM360;
- **Software para Coordenação 3D e Compatibilização:** Autodesk Navisworks; BIMCollab Zoom.

Com relação ao hardware, tem-se que como a troca de informações acontecerá entre várias disciplinas e até mesmo entre organizações, se torna fundamental optar por equipamentos que sejam mais apropriados ao atendimento da maioria dos usos previstos. As questões que precisam ainda ser consideradas quando da escolha dos equipamentos são as relacionadas a: unidade de processamento, memória RAM, placa de processamento gráfico, unidade de armazenamento e monitor de vídeo.

Deve-se analisar ainda a disponibilidade de uma rede de dados e de um servidor local, esses subsidiarão o suporte à interoperabilidade no decorrer de todo o processo.

2.1.4 Capítulo 04 – Metas do Empreendimento, Objetivos e Usos do BIM.

Descrição das metas do projeto relacionadas ao BIM. As metas do projeto estabelecidas são específicas para o projeto em questão, mensuráveis e deve haver um esforço dos envolvidos no atendimento destas. As metas em relação ao uso do BIM foram classificadas junto com a prioridade que cada meta tem entre alta, média ou baixa e conforme Leusin (2018) foram associadas a um indicador que proporcione avaliar o seu cumprimento. A descrição de cada meta buscou ser a mais clara e concisa possível possibilitando seu entendimento por cada membro envolvido no projeto, para tal aplicou-se a ferramenta *SMART*¹⁴ para definição das metas.

Como tipos de metas tem-se: a) **as relacionadas ao desempenho do projeto** - redução da duração do cronograma do projeto, a redução do custo do projeto ou o aumento da qualidade geral do projeto; b) **as relacionadas a qualidade** – desenvolvimento de projeto mais eficiente energeticamente, de maior qualidade em virtude da utilização de coordenação 3D, dentre outros.

O capítulo traz ainda, a definição dos usos específicos do BIM a serem alcançados no projeto, tendo em vista que o PEB deve definir quais os usos potenciais do BIM serão alcançados com base nas metas do projeto previamente estabelecidas, e a equipe responsável pelo mesmo deve decidir quais os usos serão de fato utilizados.

A exemplo das metas, os usos estabelecidos também foram específicos para o projeto em questão e buscaram ser mensuráveis. No *Project Execution Planning Guide* (PSU, 2011) são relacionados os vinte e cinco usos¹⁵ para o BIM, desses, os pertinentes as etapas de pré-construção são: modelagem de condições existentes, estimativa de custos, planejamento, programação, análises locais, revisão de projetos, design autoral, análise estrutural, análise

¹⁴ Meta SMART é uma ferramenta originalmente criada por Peter Drucker, SMART é um anagrama das palavras (em inglês) que definem os cinco conceitos que o formam. *Specific* (específico), *Measurable* (mensurável), *Attainable* (alcançável), *Realistics* (realistas) e *Time Bound* (tempo) (SOUZA, 2015 *apud* CARDOSO et al, 2018).

¹⁵ No *Project Execution Planning Guide* os vinte e cinco usos comuns para o BIM apontados foram identificados através da análise de estudos de caso do projeto, entrevistas com especialistas do setor e revisão da literatura (PSU, 2011).

luminotécnica, energética e mecânica, análise de outras engenharias, avaliação LEED sustentabilidade e validação de códigos.

A definição tanto das metas quanto dos usos deve ser acordada antes do início de desenvolvimento do projeto, sendo, pois, personalizados para garantir o atendimento das características deste, tendo em vista que como todo projeto é diferente, então cada um exige requisitos diferentes, contudo a equipe deve garantir que os usos do BIM selecionados sejam realistas para as equipes de projeto. Para o PEB em questão foram descritos os Usos do BIM associados para alcançar as metas como proposto por Leusin (2018).

2.1.5 Capítulo 05 – Processos BIM

O conteúdo do capítulo 05 apresenta os mapas de processo de execução do projeto e a planilha de troca de informações. Para cumprimento de cada um dos usos do BIM no projeto definidos previamente, elaborou-se o mapa de visão geral do processo, que é um plano detalhado responsável pela definição da troca de informações específicas para cada atividade.

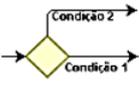
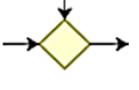
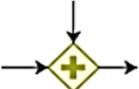
Para implementar essa abordagem dos produtos a serem elaborados, adotou-se a *Business Process Modeling Notation*¹⁶ (BPMN) para o desenvolvimento dos mapas. A BPMN emprega dados básicos que auxiliam a interpretação e a representação de processos, sendo denominados de elementos-chave que possibilitam a representação exata de processos existentes (LONGARAY et al., 2017). Na Figura 10 tem-se os principais elementos da notação BPMN.

O mapa de processo é responsável por retratar determinada atividade e atua como facilitador da comunicação, verificação e da comprovação das peculiaridades de determinado processo. Foi essencial compreender as condições do padrão de processo adotado até então pela organização, sendo essa a primeira etapa na elaboração de um novo modelo de processo

¹⁶ BPMN é a notação que se aplica nas técnicas, ou seja, uma representação gráfica que serve para modelar o fluxo dos processos.

ou no melhoramento de um já existente, objetivando identificar gargalos, situações de retrabalho e dificuldades, aumentando a eficiência e a produtividade. Na Figura 11 tem-se um exemplo de mapa de visão geral dos usos do BIM.

Figura 10. Elementos da notação BPMN

Swimlanes Representam a estrutura básica do processo	Atividade Representam um trabalho realizado ao longo do fluxo do processo	Fluxos Conectam os elementos do processo
 <p>Piscina</p> <p>O diagrama deve ter ao menos uma piscina, local que concentra as atividades do processo.</p>	 <p>Atividade</p> <p>As tarefas ou atividades são ações realizadas por determinado ato no processo.</p>	 <p>Sequência</p> <p>Representa o caminho a ser seguido pelo processo, ou seja, a continuidade.</p>
 <p>Raia</p> <p>As raia são divisões da piscina, servem para representar os atores do processo (pessoa, setor, órgão).</p>	 <p>Subprocesso</p> <p>O subprocesso é um conjunto de várias atividades que são detalhadas em outro fluxo de processo.</p>	 <p>Associação</p> <p>Serve para associar documentos ou anotações aos elementos do fluxo. Não é considerada parte da sequência do processo.</p>
Desvios Caminhos alternativos ou paralelos do processo	Eventos Representam a ocorrência dos fatos em um processo	Auxiliares Elementos de apoio para registro de informações
 <p>Na divergência apenas um caminho será executado após uma decisão. A divergência deve ser precedida de uma condição.</p>	 <p>Evento de início</p> <p>O evento de início indica o momento em que o processo inicia. Obrigatoriamente deve ser o primeiro elemento do processo.</p>	 <p>Anotação</p> <p>As anotações servem para fornecer informações adicionais ao processo.</p>
 <p>Na convergência vários caminhos unem-se para somente uma saída.</p>	 <p>Evento intermediário</p> <p>O evento intermediário indica um fato que ocorre ao longo do processo, entre o evento de início e de fim.</p>	 <p>Documento</p> <p>Serve para fornecer informações de documentos, dados ou outros objetos usados ou atualizados no processo.</p>
 <p>O processo segue em todas as saídas, ou seja, as mesmas são executadas em paralelo.</p>	 <p>Evento de Fim</p> <p>Indica o final do processo, ou seja, após o evento de fim, não haverá mais qualquer elemento no processo.</p>	
 <p>As rotas executadas em paralelo se unem para que somente uma saída tenha continuidade.</p>		

Fonte: UNIPAMPA

O **mapa de visão geral** exibe a relação dos Usos do BIM que serão empregados no projeto, e as trocas de informações de alto nível que ocorrem durante todo o ciclo de vida do projeto.

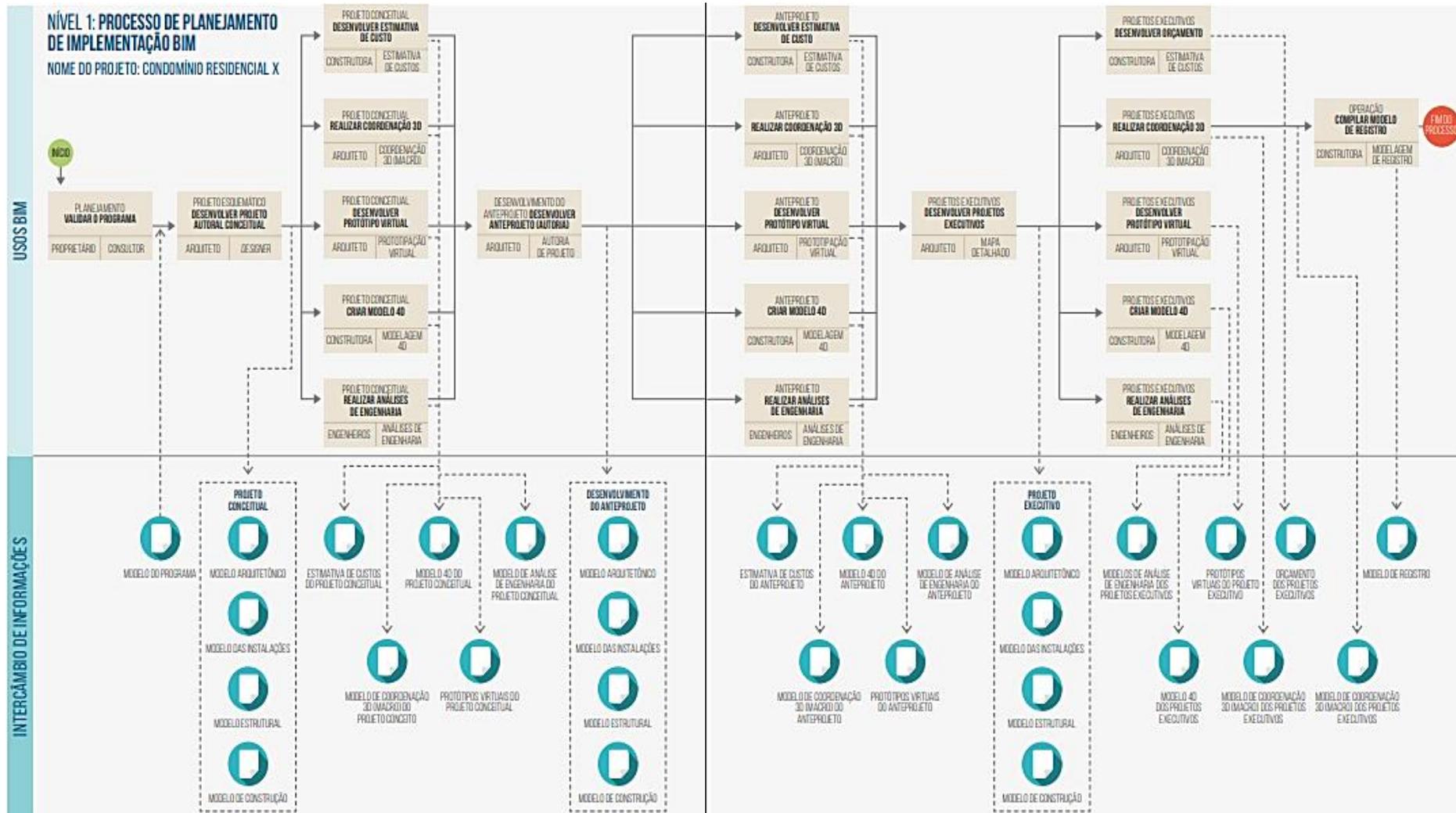
As etapas para seu desenvolvimento são:

- Definir os usos do BIM;
- Organizar os Usos do BIM de acordo com a sequência de projeto;
- Identificar as partes responsáveis por cada processo;

- d) Determinar as trocas de informações necessárias para implantar cada uso do BIM;
- e) Realizar a decomposição hierárquica do uso de BIM em um conjunto de processos;
- f) Definir a dependência entre os processos;
- g) Desenvolver o mapa do processo com: as informações de referência, as trocas de informações e com a parte responsável por cada processo;
- h) Documentar, analisar e refinar o processo para uso posterior.

Uma vez que os mapas de processos foram desenvolvidos, as trocas de informações entre os envolvidos no projeto foram identificadas. A utilização de **planilhas de trocas** garante transferências corretas de informações envolvendo modelos BIM para que a informação não se perca e seja compreendida para todas as partes envolvidas (RAMÍREZ-SÁENZ et al., 2018). Na planilha foram documentados os elementos do modelo por disciplina, os níveis de detalhe requeridos e os atributos específicos importantes para o projeto.

Figura 11. Exemplo de mapa de visão geral dos usos do BIM, desenvolvido pela PennState University



Fonte: CBIC, 2016

2.1.6 Capítulo 06 - Papéis e Responsabilidades

Nesse capítulo foram definidas as responsabilidades que cada parte interessada desempenhará durante o ciclo de vida do projeto. Para cada uso do BIM previamente definido, foram identificados quais os responsáveis por executar esse determinado uso. Isso inclui o número de pessoas por cargo necessário para concluir tal uso do BIM e as horas estimadas de trabalho, por exemplo. Neste contexto Pereira (2015) aponta que funções e responsabilidades nos processos tradicionais de projeto deverão ser ampliadas e que outras funções irão surgir no contexto BIM: Gerente BIM, Coordenador BIM, Especialista BIM, conforme Kassem et al (2018).

É importante desenvolver a matriz de responsabilidade e determinar o perfil do gestor BIM (RAMÍREZ-SÁENZ et al., 2018). A matriz de responsabilidade do BIM, tem a função de facilitar o entendimento sobre quem é o responsável por quais produtos/entregas em determinado estágio de projeto concordando com Nível de Desenvolvimento (LOD) definido. O LOD é uma classificação sugerida pelo *American Institute of Architects* (AIA) com objetivo de organizar as etapas do desenvolvimento de um empreendimento BIM. Dessa forma o AIA definiu, em 2013, cinco níveis de LOD que consta em “*Project Building Information Modeling Protocol*”, sendo as definições dos Níveis de desenvolvimento, de acordo com ASBEA (2015) apresentadas a seguir:

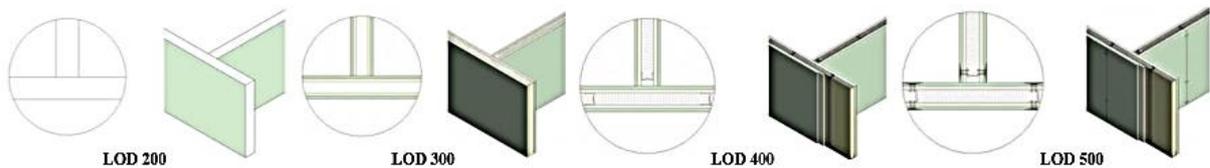
- **LOD 100:** O elemento pode ser representado graficamente no modelo com um símbolo ou outra representação genérica;
- **LOD 200:** O elemento deve ser graficamente representado no modelo como um sistema, objeto ou montagem genérico, com quantidade, tamanho, forma, localização e orientação aproximados. Informações não gráficas adicionadas ao elemento devem constar nessa fase;
- **LOD 300:** O elemento deve ser representado graficamente no modelo como um sistema, objeto ou montagem específico com quantidade, tamanho, forma, localização e orientação definidos. Informações não gráficas adicionadas ao elemento devem constar nessa fase;
- **LOD 400:** O elemento deve ser representado graficamente no modelo como um sistema, objeto ou montagem específico, com quantidade, tamanho, forma, localização e

orientação definidos, e suas interfaces com outros elementos do edifício. Informações não gráficas adicionadas ao elemento devem constar nessa fase;

- **LOD 500:** O elemento deve ser representado graficamente no modelo como um sistema, objeto ou montagem específico, com quantidade, tamanho, forma, locação e orientação definidos, com informações relativas ao detalhamento, à fabricação montagem e instalação. Informações não gráficas adicionadas ao elemento podem constar nessa fase.

A Figura 12 ilustra esquema representativo de planta e perspectiva relativa do LOD 200 ao LOD 500.

Figura 12. Esquema representativo planta e perspectiva LOD 200 - 500



Fonte: ASBEA, 2015

2.1.7 Capítulo 07 - Comunicação e Colaboração

No capítulo 07 tem-se a colaboração e comunicação estratégica. Dado que o desenvolvimento do Plano BIM é um processo colaborativo, tem-se que em algumas partes do desenvolvimento de um PEB existe o debate com relação aos objetivos gerais do projeto, essa atividade é um exemplo de ação colaborativa, enquanto em outras etapas, como por exemplo, a definição da estrutura de arquivos necessária ou uma troca detalhada de informações, não exigem necessariamente colaboração.

Para o PEB me questão as reuniões foram incluídas e agendadas para as tarefas colaborativas. A comunicação eletrônica com as partes interessadas poderá ser criada, carregada, enviada e arquivada por meio de um sistema colaborativo de gerenciamento de projetos.

2.1.8 Capítulo 08: Entregáveis

No capítulo 08 foram definidas a forma em que acontece as entregas. O controle de qualidade das entregas deve ser realizado em cada atividade principal do BIM, como:

- Revisões de projeto;
- Reuniões de coordenação ou marcos.

Caso uma entrega não atender aos padrões da equipe, a razão pela qual a entrega está faltando deve ser investigada e evitada no futuro. O produto precisa estar em conformidade com os padrões exigidos pelo proprietário e acordados pela equipe do projeto.

2.1.9 Capítulo 09 - Requisitos de Modelagem, Padrões e Gestão de modelos

Neste capítulo os requisitos mínimos para a modelagem foram definidos e antes de definir os requisitos mínimos para a modelagem, o PEB estabeleceu que o projeto fará uso de modelos do tipo federado¹⁷ embora a equipe possa definir para um próximo projeto piloto utilizar o modelo do tipo integrado¹⁸. Na Figura 13 tem-se um esquema representativo que aponta as diferenças entre o modelo federado e o integrado.

Com relação as condições mínimas de modelagem estas deverão ser determinadas de acordo com o Nível de Desenvolvimento (ND) ou *Level of Development* (LOD) atribuído à cada fase de projeto, tendo em vista que um modelo que será utilizado para estudos de massa exige um detalhamento bem menor do que um modelo que será utilizado para extração de quantitativos e orçamentação. É importante a definição de uma tabela matriz de modelagem, cujo preenchimento acontece antes do início da modelagem dos projetos ou mesmo das famílias.

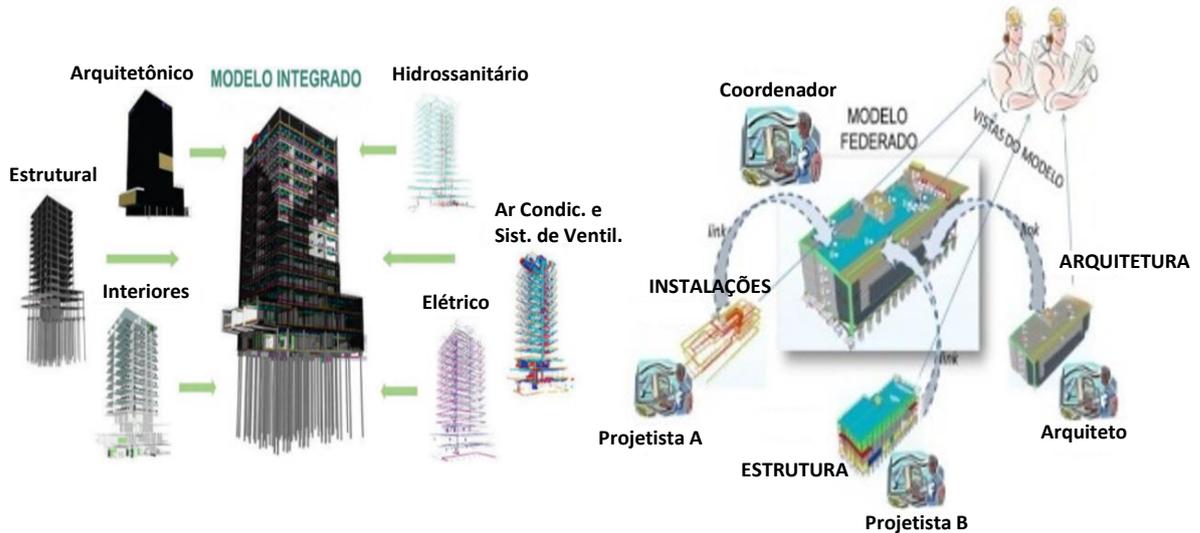
Existe a necessidade da adoção de **padrões** para viabilizar os procedimentos de colaboração. Essa padronização envolve a nomenclatura de arquivos de modelos,

¹⁷ Constituído pelos modelos BIM para a coordenação de diversas disciplinas, com controle de acesso de modo que todos possam visualizar e comentar o conjunto, mas só possam editar seus próprios arquivos, sendo esse modelo central disponível em um servidor local (LEUSIN, 2018).

¹⁸ Consiste num modelo onde coexistem os modelos parciais das diferentes disciplinas, depositado em um local virtual (ASBEA, 2015).

nomenclatura de documentos, nomenclatura de componentes dos modelos (bibliotecas), organização de diretórios, pastas e arquivos. É necessário definir o **Sistema de Classificação** que será utilizado.

Figura 13. Esquema representativo que aponta as diferenças entre modelos federados e integrados



Fonte: <https://fabricio.arq.br/blog/bim>

2.2 Configuração da Solução: Implantação BIM na Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade

Implantação e Implementação são palavras escritas e pronunciadas de forma similar, mas possuem diferentes significados. Implantar significa iniciar alguma coisa e implementar significa pôr essa coisa em prática (MICHAELIS, 2020). Aqui definiu-se a primeira fase de uma Implementação BIM como sendo a Implantação.

Como início do processo de implementação do BIM em organizações, é ideal que se estabeleça um PEB para um projeto em específico, realizando inicialmente a Implantação, que consiste em uma análise e diagnóstico, da situação atual relacionado a estrutura organizacional, no que concerne a processos e métodos de desenvolvimento de projetos de edificações (BIMEXPERTS, 2019).

Esse levantamento e a análise de dados iniciais buscam identificar as alterações que são necessárias para aplicação do BIM. Com a obtenção dos dados dos questionários e do

desenho do mapa de fluxo de projeto do órgão, pode-se realizar uma descrição dos fluxos de processos na referida organização finalizando assim o processo de implantação.

2.2.1 A Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade da UFMS

A Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade da UFMS sempre com sede no campus Campo Grande, é o órgão responsável pela supervisão e coordenação da elaboração de projetos, planejamento e fiscalização de obras, reformas, revitalizações e serviços de engenharia, além da orientação sobre as edificações e infraestrutura física da UFMS.

A produção anual de obras da CPO/UFMS segundo relatório de gestão de 2019 foi de 10.273,99 m² sendo um total de nove (09) obras foram concluídas neste mesmo ano com um investimento da ordem de R\$ 10.996.671,58. De acordo com o mesmo relatório, estavam em andamento um total de 15.455,78 m² de área construída que resultavam em um investimento de R\$ 14.559.228,11 proporcionando aumento do número de salas e laboratórios.

A estrutura administrativa da CPO apresenta a seguinte composição:

1. Chefia da Coordenadoria;
2. Divisão de Planejamento de Obras e Reformas (DIPOR);
3. Divisão de Fiscalização de Obras e Reforma (DIFRE);
4. Divisão de Licenciamentos, Imóveis e Projetos de Segurança (DILIS).

A Figura 14 apresenta o Organograma básico da CPO/UFMS, elaborado de acordo com informações fornecidas pela CPO/UFMS.

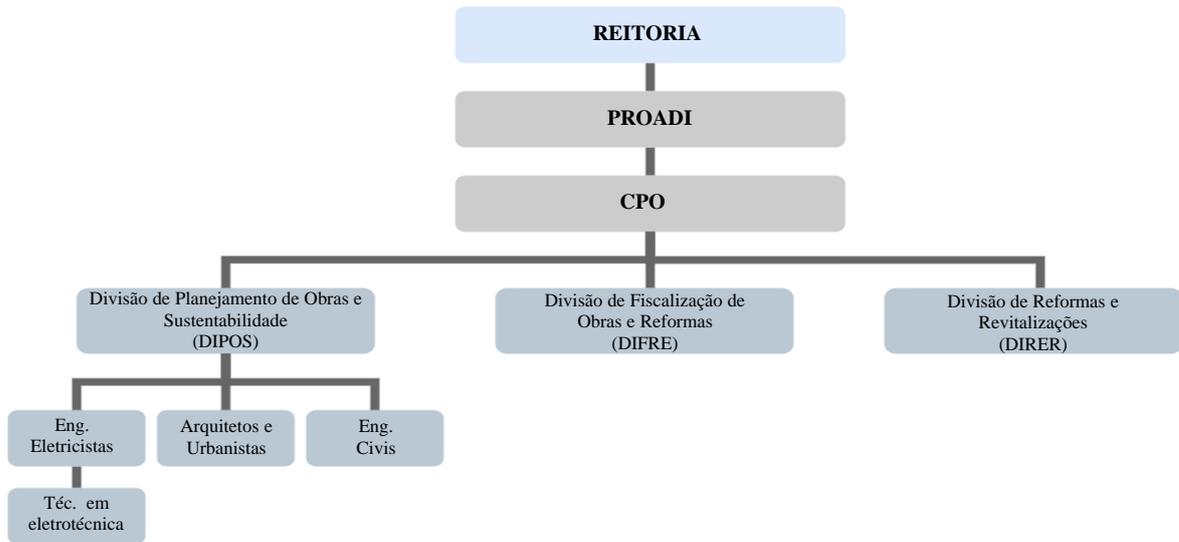
O Quadro 13 apresenta dados da referida Organização, com dados de email e telefone das respectivas divisões.

Quadro 13. Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade

DIVISÃO	SIGLA	EMAIL	TELEFONE
Coordenadoria	CPO	cpo.proadi@ufms.br	(67) 3345-3594
Divisão de Planejamento de Obras e Sustentabilidade	DIPOS	dipos.proadi@ufms.br	(67) 3345-7247 (67) 3345-3530
Divisão de Fiscalização de Obras e Reformas	DIFRE	difre.proadi@ufms.br	(67) 3345-3592
Divisão de Reformas e Revitalizações	DIRER	dilis.proadi@ufms.br	(67) 3345-3590

Fonte: Elaboração própria a partir de dados fornecidos pela CPO/UFMS, 2020

Figura 14. Organograma da Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade da UFMS



Fonte: Elaborado pela autora, 2020

A pesquisa tem foco na Divisão de Planejamento de Obras e Sustentabilidade (DIPOS) que é a unidade responsável pela elaboração de projetos de novas edificações, reformas e revitalizações e do Plano Diretor da UFMS e cujas competências são, de acordo com o endereço eletrônico da Organização, as de:

- Estabelecer normas e procedimentos relativos ao planejamento, elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras, reformas e revitalizações;
- Coordenar a elaboração do Plano Diretor da Universidade;
- Supervisionar a elaboração dos projetos de edificações e infraestrutura da Universidade;
- Coordenar e acompanhar a elaboração de estudos e projetos para a racionalização da utilização do espaço físico e urbanístico da Universidade;
- Estabelecer metas e indicadores de desempenho para a racionalização e o uso eficiente de recursos financeiros, recursos humanos e recursos físicos no âmbito da Coordenadoria;
- Acompanhar a atualização das recomendações do caderno de encargos para as obras, reformas e revitalizações;

- Promover estudos de viabilidade técnico-financeira e de definições de linhas arquitetônicas para implantação de edificações na Universidade, visando aprimorar o Plano Diretor;
- Proceder à elaboração de política de ampliação e utilização dos espaços físicos dos *Campi* da Universidade, visando aprimorar o Plano Diretor;
- Opinar sobre propostas de projetos, contratos, convênios, ajustes e outros instrumentos desta natureza, afetos à área de Engenharia;
- Acompanhar e dar suporte às ações de sustentabilidade na Instituição;
- Monitorar o cumprimento das competências das divisões subordinadas à CPO;
- Elaborar relatórios gerenciais; e
- Desenvolver e decidir sobre outras atividades dentro de sua área de atuação.

As disciplinas envolvidas no desenvolvimento dos projetos são de arquitetura, elétrica, lógica, estrutura, mecânica e orçamento e ao final do processo de projeto são entregues para a etapa de licitação os projetos executivos e o orçamento, ou seja, o projeto completo.

Como a Implantação BIM é uma revisão detalhada da situação atual da organização e consiste junto com a definição dos objetivos uma das etapas do processo de implementação BIM, devem ser analisados fatores relevantes para uma Implementação BIM na organização sendo pois: a infraestrutura organizacional e tecnológica atual, os fluxos de trabalho e o nível de conhecimento BIM da equipe. A Implantação se finaliza com o diagnóstico destes fatores, possibilitando o desenvolvimento das estratégias para utilização do BIM pela organização e desenvolvimento do documento PEB para uso interno da equipe, sendo este o documento que norteará o desenvolvimento do projeto piloto.

2.2.1.1 Infraestrutura Organizacional na DIPOS/CPO

Em relação a infraestrutura organizacional (recursos humanos) a DIPOS conta atualmente com onze (11) servidores sendo cinco (05) engenheiros civis, três (03) arquitetos e urbanistas, um (01) engenheiro eletricitista e um (01) técnico em eletricidade, distribuídos

conforme Quadro 14. Diante do quadro de profissionais da organização, verifica-se que esta tem a capacidade de elaboração de quase todos os projetos complementares de edificações.

Quadro 14. Servidores na DIPOS/CPO/UFMS

COORDENADORIA DE PROJETOS, OBRAS E SUSTENTABILIDADE			
Divisão de Planejamento de Obras e Sustentabilidade – DIPOS			
CARGO/FUNÇÃO	ESPECIALIDADE	SITUAÇÃO FUNCIONAL	TOTAL
Chefe da Divisão – DIPOS	Engenharia Civil	Servidor	1
Engenheiro Civil Hidrossanitário	Engenharia Civil	Servidor	1
Engenheiro Civil Estrutural	Engenharia Civil	Servidor	1
Engenheiro Civil Orçamentista	Engenharia Civil	Servidor	2
Engenheiro Civil Orçamentista	Engenharia Civil	Servidor	
Arquiteto e Urbanista	Arquitetura e Urbanismo	Servidor	3
Arquiteto e Urbanista	Arquitetura e Urbanismo	Servidor	
Arquiteto e Urbanista	Arquitetura e Urbanismo	Servidor	
Engenheiro Eletricista	Engenharia Elétrica	Servidor	2
Engenheiro Eletricista	Engenharia Elétrica	Servidor	
Técnico em Eletricidade	Técnico em Eletrotécnica	Servidor	1

Fonte: Elaboração própria a partir de dados fornecidos pela CPO/UFMS, 2020

Com relação a infraestrutura tecnológica - *Hardware*, a CPO/UFMS conta com computadores distribuídos nas Divisões. Já com relação a infraestrutura tecnológica - *Software*, a CPO/UFMS não utiliza *softwares* BIM para desenvolvimento dos projetos.

A organização que deseja utilizar o BIM em seus processos de projeto precisa possuir infraestrutura suficiente que suporte uma implementação BIM, sendo essa relativa tanto a equipamentos e *softwares* adequados quanto de recursos humanos qualificados. Na avaliação do *hardware* é importante considerar que o(s) programa(s) a ser(em) escolhido(s) para o processo de projeto BIM na organização podem demandar uma configuração de hardware mais robusta.

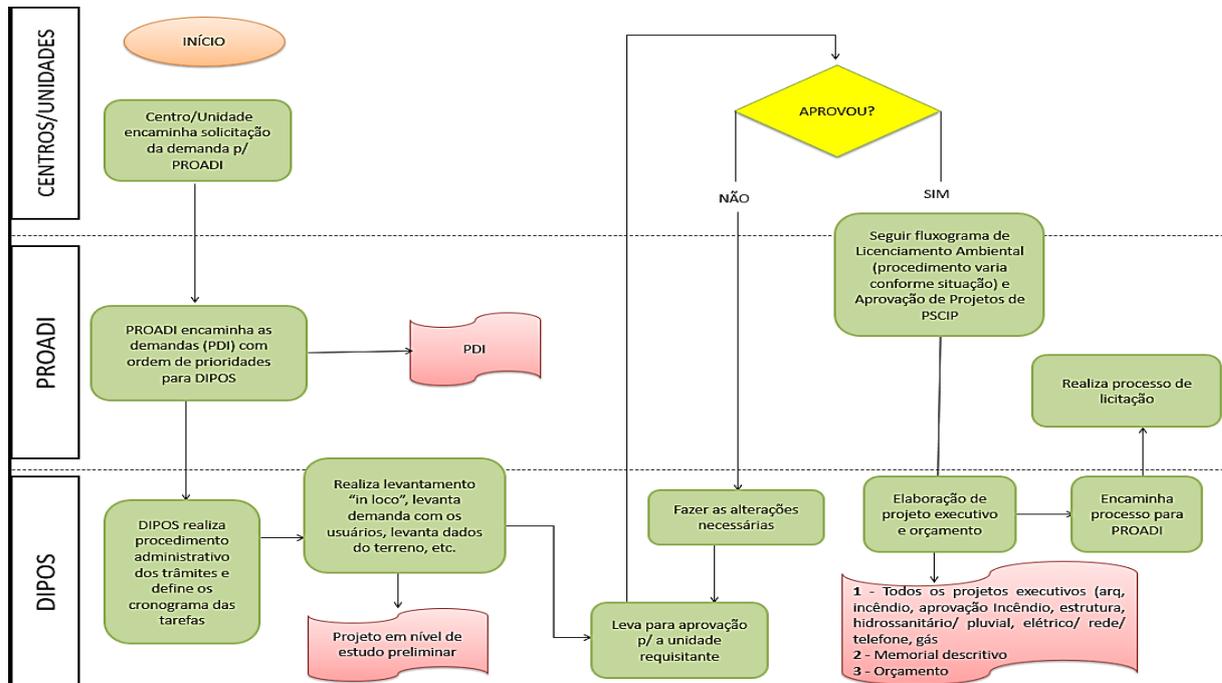
2.2.1.2 Fluxos de trabalho DIPOS/CPO

Com relação aos fluxos de trabalho a demanda por desenvolvimentos de projetos na UFMS acontece via processo eletrônico, depois que eles são incluídos em uma lista de demandas, na qual são atribuídos, pela Reitoria e Pró-reitora as ordens de prioridade.

As fases do processo de projeto na CPO/UFMS são as relativas ao desenvolvimento de projeto arquitetônico, os complementares e por último o orçamento. As etapas de projeto

são: Levantamento de dados, Programa de necessidades; Estudo de viabilidade; Estudo preliminar; Projeto executivo e Orçamentação. A Figura 15 mostra o fluxo para o desenvolvimento para os novos projetos na DIPOS.

Figura 15. Mapa de processo geral do atual fluxo de trabalho na DIPOS da CPO/UFMS



Fonte: Material fornecido pela CPO/UFMS, 2020

Em caso de contratação integrada os projetos são elaborados por uma empresa terceirizada e os técnicos da DIPOS fazem uma análise crítica superficial das soluções adotadas, não entrando no mérito do dimensionamento.

Problemas que aparecem no decorrer da obra são resolvidos pela Divisão de Fiscalização de Obras – DIFRE/CPO e com relação aos prazos e a necessidade de aditivos o chefe da DIPOS respondeu que: *“alguns prazos são cumpridos e outros não, e nesse caso existe sim a necessidade de aditivos contratuais”*.

Do início do processo de projeto tem-se a **Concepção do Produto** que conta com as etapas de Levantamento de dados para arquitetura (LDA), Programa de necessidades (PN)

para arquitetura e Estudo de viabilidade (EV). A DIPOS realiza, portanto, o levantamento “in loco”, levanta demandas com os usuários e levanta dados do terreno.

Logo após tem-se a fase de **Definição do Produto** com as etapas de Estudo Preliminar arquitetônico (EP) que após sua definição é encaminhado a unidade requisitante para aprovação, no caso de aprovação segue um fluxograma de licenciamento ambiental e esse procedimento varia conforme a situação. No caso de a unidade solicitante não aprovar o estudo preliminar, o projeto retorna ao setor DIPOS para a realização das alterações necessárias.

No fluxo de trabalho não são mencionadas a fase de **Identificação e Solução de Interfaces** cujas etapas são as de: Anteprojeto arquitetônico (AP) e complementares, Projeto Legal (PL) e/ou Projeto Básico (PB).

Na fase de **Projeto e detalhamento de especialidades** tem-se as etapas de desenvolvimento do Projeto executivo arquitetônico (PE) e dos complementares, onde são desenvolvidos todos os projetos executivos – arquitetônico, incêndio, aprovação incêndio, estrutura, hidrossanitário, pluvial, elétrico, rede, telefone, gás – o memorial descritivo e o orçamento.

Na fase de Pós entrega de projeto tem-se as etapas de Licitação da Obra. O processo licitatório para a contratação de empresa fica aos cuidados da Comissão de Licitação da UFMS.

Observando o mapa de fluxo geral observa-se que as licitações são, em sua grande maioria, realizadas com os projetos completos desenvolvidos pela organização, desde o projeto arquitetônico, demais projetos de engenharias complementares, memorial descritivo e o orçamento.

As reuniões e as comunicações acontecem via processo SEI, *e-mails* e registro através das Atas de reuniões, e não foi mencionado se existia alguma hierarquia para a modificação de projeto, por exemplo.

A DIPOS utiliza convenções de representação gráfica estes pré-definidos que devem ser utilizados no processo de projeto.

Após a caracterização e análise do processo de projeto atual da DIPOS/CPO/UFMS, constata-se a identificação de alguns entraves do decorrer do fluxo para o desenvolvimento de novos projetos com algumas ausências identificadas sendo elas:

- **Reuniões:** O fluxo não menciona um cronograma de reuniões para definições iniciais entre os envolvidos das diversas disciplinas, acompanhamentos e compatibilização de projetos. Ressalta-se que a ausência de reuniões previamente definidas nas diversas fases para acompanhamento do desenvolvimento dos projetos influencia negativamente na qualidade dos projetos gerados.
- **Compatibilização dos projetos:** não se menciona a respeito da etapa ou da atividade de compatibilização de projetos no mapa geral do fluxo embora foi identificado, por meio do questionário aplicado junto ao chefe da DIPOS que atualmente existe a comunicação entre os profissionais para a identificação dos problemas, mas o fluxo não apresenta como essa comunicação é realizada.
- **Etapas de anteprojeto, projeto básico e projeto legal:** não existe menção dessas etapas no referido fluxo e conjectura-se que essa ausência pode gerar algum tipo de solução projetual inviável resultando em alterações no projeto já nas fases subsequentes e mais avançadas de projeto executivo e orçamentação o que demandaria possíveis retrabalhos e revisões com alterações de projeto, que poderiam ser detectadas e solucionadas anteriormente.

Avalia-se que o processo de projeto da DIPOS/CPO apresenta-se fragmentado, não apresentando várias atividades características ao projeto como as etapas de anteprojeto, projeto básico e projeto legal. Dada a falta de menção de reuniões e da compatibilização dos projetos no fluxo de processos de projeto conjectura-se uma limitação em relação aos processos colaborativos entre os profissionais.

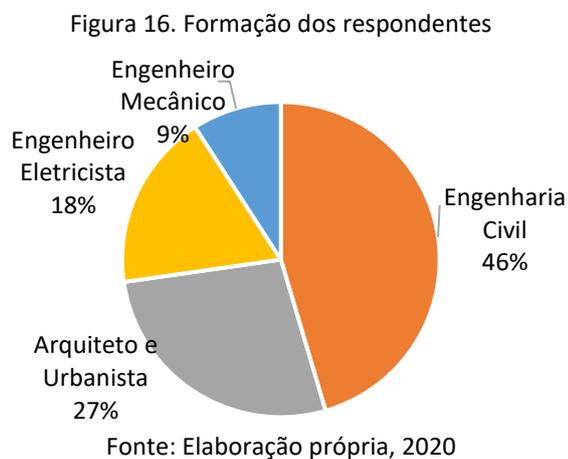
2.2.1.3 Conhecimento BIM na Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade

Como parte da etapa de Configuração da Solução, nesse item é apresentada a consulta *on-line* realizada a partir da aplicação de questionário constituído integralmente em formato digital através da plataforma *Forms*, uma das ferramentas *Google Docs*, respondido pela

equipe da Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade (CPO/UFMS). Intitulado “Conhecimento BIM na CPO” o formulário, foi elaborado com vistas a evidenciar o entendimento destes profissionais acerca do BIM.

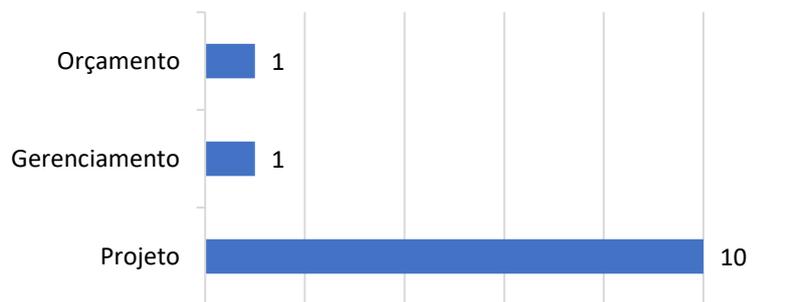
O *link* do questionário foi enviado a chefia da CPO/UFMS através de *email* institucional que enviou aos profissionais em seguida. O roteiro das questões foi organizado de forma a avaliar o conhecimento do conceito BIM, da possível utilização de softwares BIM e de vantagens e desvantagens da implementação do BIM na organização apontadas pelos respondentes, além de averiguar o interesse do respondente em fazer parte do núcleo de implementação BIM da CPO/UFMS. O formulário *on-line* ficou disponível para receber respostas durante aproximadamente um mês e houve um retorno de 12 respondentes sendo eles todos os servidores lotados na DIPOS (11 servidores) e a chefia da CPO/UFMS (01 servidor).

A primeira pergunta foi com relação a formação dos profissionais, e de acordo com a Figura 16 a grande maioria dos participantes, em torno de 46% são engenheiros civis e os demais são: arquitetos e urbanistas (27%) e engenheiros eletricista e mecânico, 18% e 9% respectivamente.



Como observado na Figura 17 é possível identificar a distribuição entre os participantes no que se refere a área de atuação na CPO/UFMS, sendo na sua grande maioria, na área de desenvolvimento de projetos sendo ao todo 10 profissionais participantes. Os indicativos de tempo de atuação nas referidas áreas citadas anteriormente, apresentam que a maioria dos participantes (58,30%) atua na mesma área já há mais de cinco (05) anos.

Figura 17. Área de atuação dos profissionais

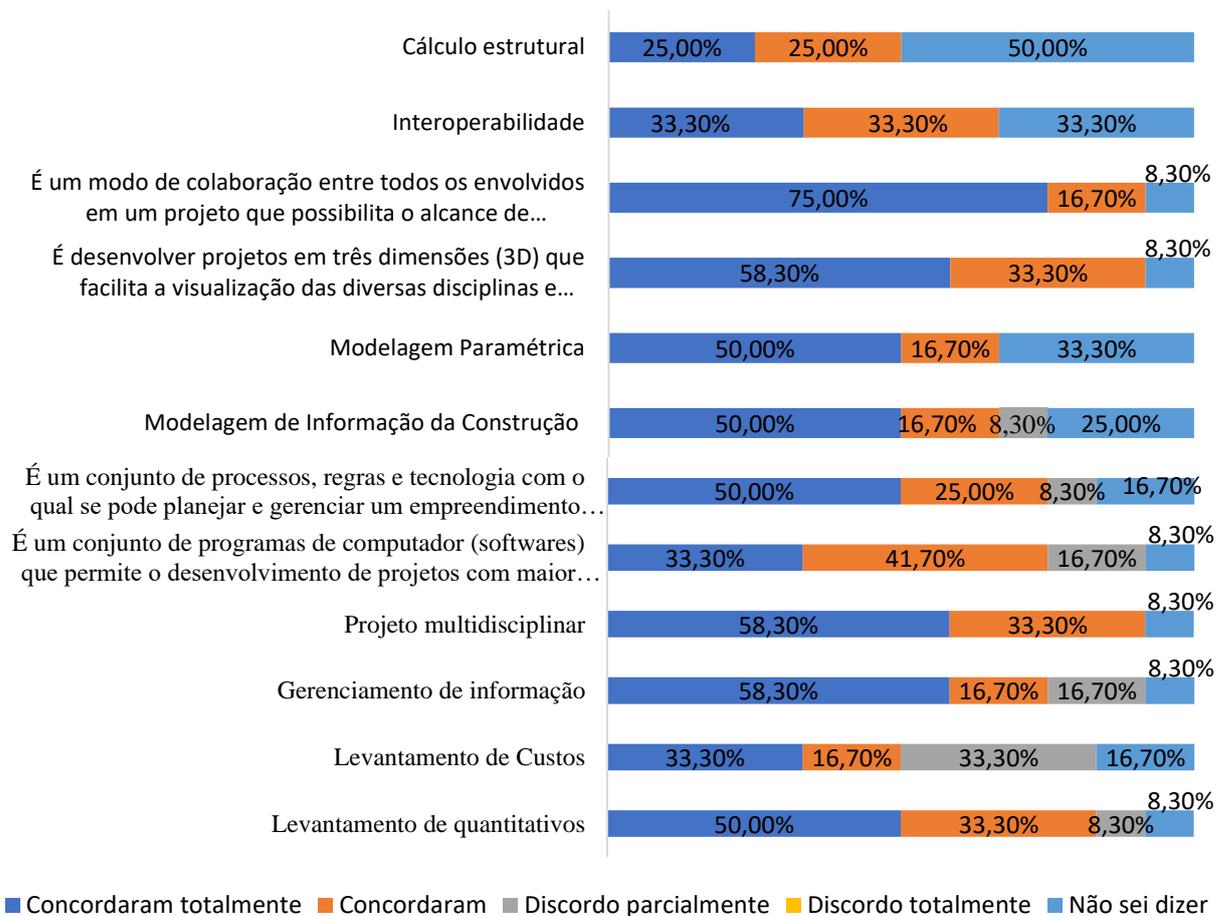


Fonte: Elaboração própria, 2020

Para se analisar os conhecimentos dos profissionais sobre BIM, fez-se o questionamento: “Você já ouviu falar em BIM (*Building Information Modeling*)?”, sendo que 11 (92%) disseram “sim” e 01 (8%) afirmou não ter ouvido falar, em contrapartida quando questionados sobre se “Já utilizou o BIM na CPO/UFMS?” todos os participantes responderam que não tinham utilizado a modelagem da informação da construção na CPO/UFMS. Embora a maioria dos respondentes já ouviu falar de BIM, nenhum dos participantes já utilizou BIM na organização, pode-se concluir que a existe uma difusão do BIM, todavia não foi oportunizado aos participantes sua utilização na organização.

A Figura 18 apresenta os dados com relação a “marque a resposta que mais corresponde com a sua opinião sobre: o que é BIM?” 75% dos participantes concordaram totalmente que o BIM é um modo de colaboração entre todos os envolvidos em um projeto que possibilita o alcance de melhores resultados, 58,3% concordaram totalmente que desenvolver projetos em três dimensões (3D) facilita a visualização das diversas disciplinas permitindo uma melhor coordenação e que o BIM trata-se de um projeto multidisciplinar e também de gerenciamento da informação, além disso tem-se que 41,70% concordaram que BIM é um conjunto de programas de computador (*softwares*) que permite o desenvolvimento de projetos com maior detalhamento, fato que corrobora com a questão de ainda associar o BIM a utilização de ferramentas computacionais e não a um processo de trabalho.

Figura 18. O que é BIM?

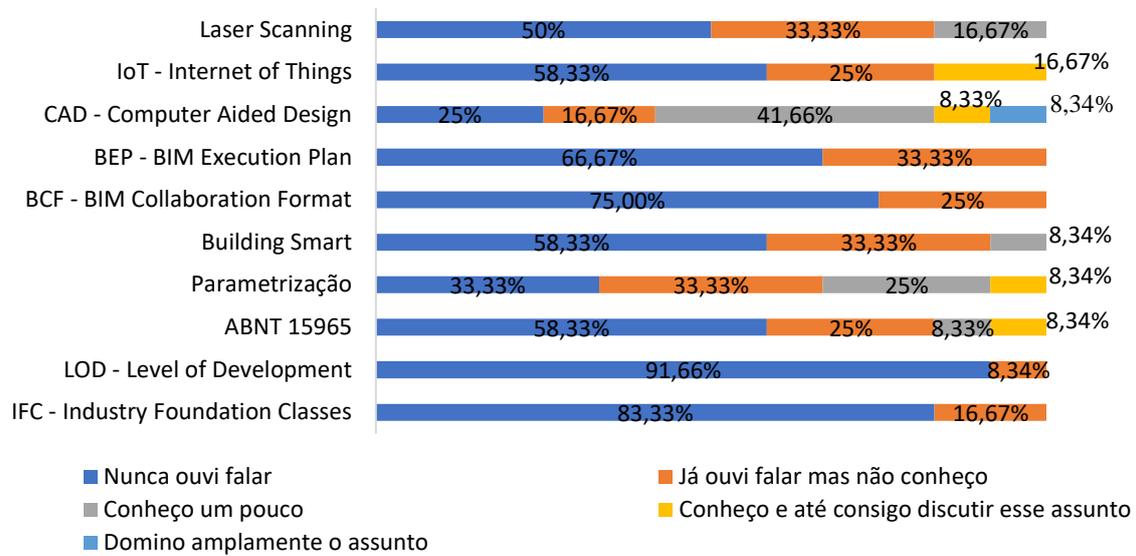


Fonte: Elaboração própria, 2020

A respeito do conhecimento relativo a termos utilizados em um processo BIM (Figura 19) a maioria alegou que nunca ouviram falar dos termos relacionados ao LOD (91,66%), ao padrão IFC (83,33%) e ao padrão BCF (75,00%). Uma vez que se considere o ciclo de vida da edificação com a colaboração entre todos os envolvidos é fundamental ter o entendimento dos conceitos de LOD, IFC e BCF. Além disto causou surpresa que 41,66 % dos participantes alegaram “conhecer um pouco” o termo CAD.

Existe, pois, a necessidade de apropriação dos assuntos relativos aos aspectos conceituais do BIM colaborativo através da participação de treinamentos de nivelamento do embasamento teórico acerca do processo BIM e sua diferença com relação ao CAD para que a equipe ao tomar conhecimento dos termos, os utilize de forma consciente antes mesmo de se aprender qualquer ferramenta específica.

Figura 19. Conhecimento de termos utilizados em processo BIM



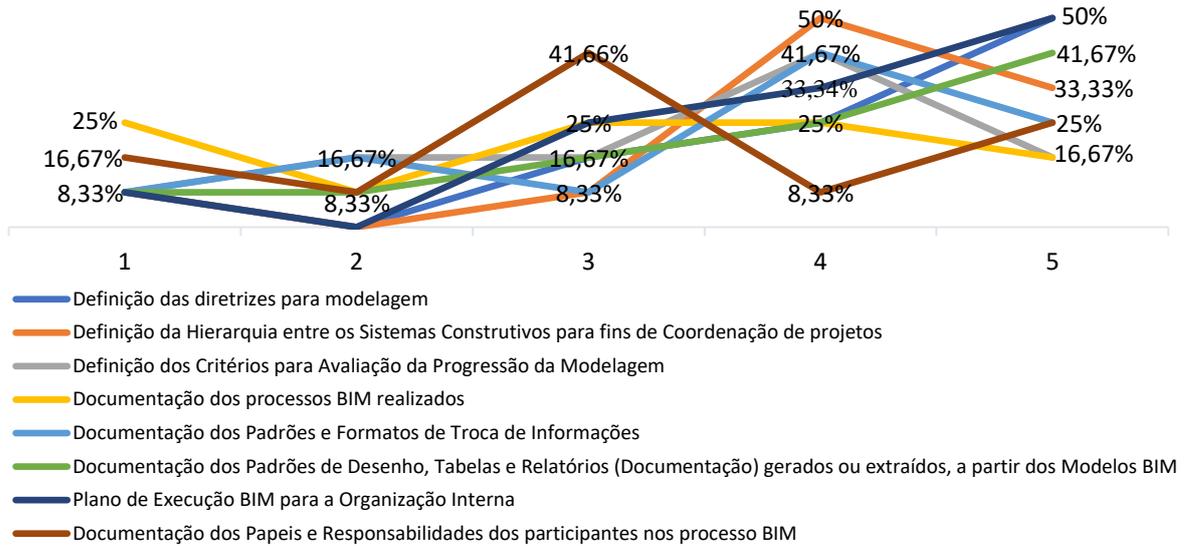
Fonte: Elaboração própria, 2020

Em relação aos itens relacionados ao processo de Implementação BIM em uma organização, (Figura 20) os participantes apontaram numa escala, de 1 a 5, crescente de prioridade que o Plano de Execução BIM (50%) e a Definição das diretrizes para modelagem (50%) como sendo aspectos prioritários a serem definidos em um processo de adoção do BIM, enquanto que a Documentação dos processos BIM realizados (25%) e a Documentação dos papéis e responsabilidades dos participantes no processos BIM (16,67%) seriam os itens a serem menos priorizados.

Quando questionados com relação a utilização de *softwares* (Figura 21) os respondentes em sua grande maioria desconhecem os softwares BIM, principalmente o de colaboração BIM *Collab Zoom* (83,33%) e o software *Solibri* (83,34%) utilizado no processo BIM para compatibilização, coordenação 3D e verificação de regras. Com relação ao software *Revit*, 41,67% afirmaram que já conhecem um pouco e gostariam de conhecê-lo mais.

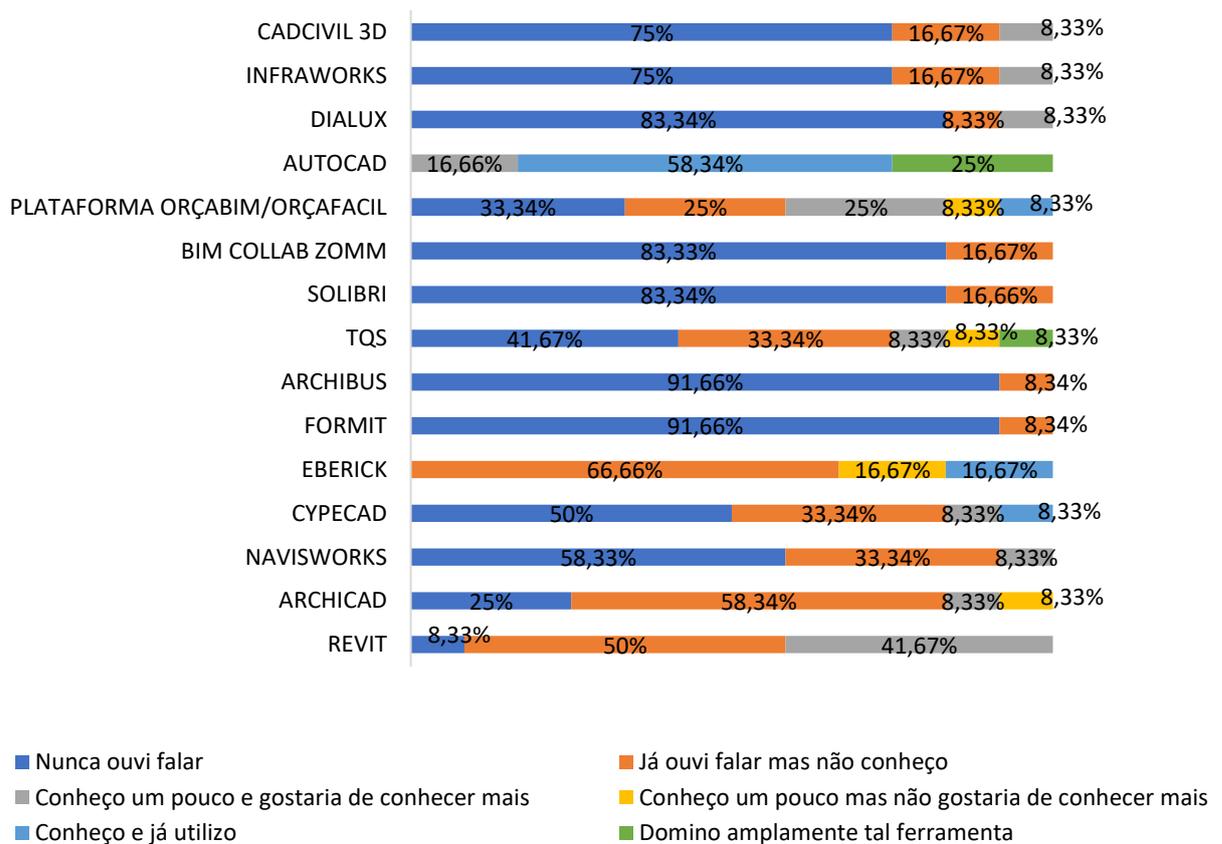
Um dos participantes afirmou que dominava amplamente a ferramenta TQS, o que revela a *priori* a capacidade dos próprios membros da equipe realizarem treinamento para os demais integrantes da Organização, a exemplo do ocorrido na Implementação do BIM na FIOCRUZ, relatado na pesquisa de Pereira e Correia (2019).

Figura 20. Itens relacionados a Implementação BIM



Fonte: Elaboração própria, 2020

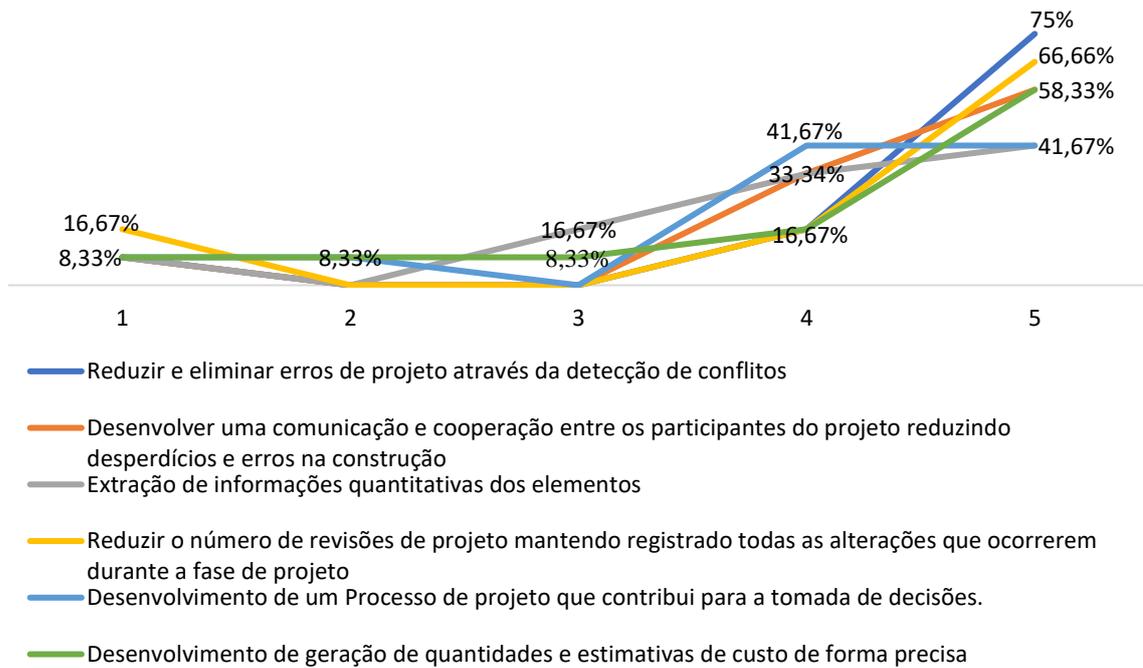
Figura 21. Utilização de Softwares BIM



Fonte: Elaboração própria, 2020

O maior motivo para se adotar o BIM na CPO/UFMS (Figura 22) segundo os participantes, numa escala de 1 a 5 crescente de prioridade, foi o de reduzir e eliminar erros de projeto através da detecção de conflitos (75,00%), seguindo pelo de reduzir o número de revisões de projeto mantendo registrado todas as alterações que ocorrerem durante a fase de projeto (66,66%).

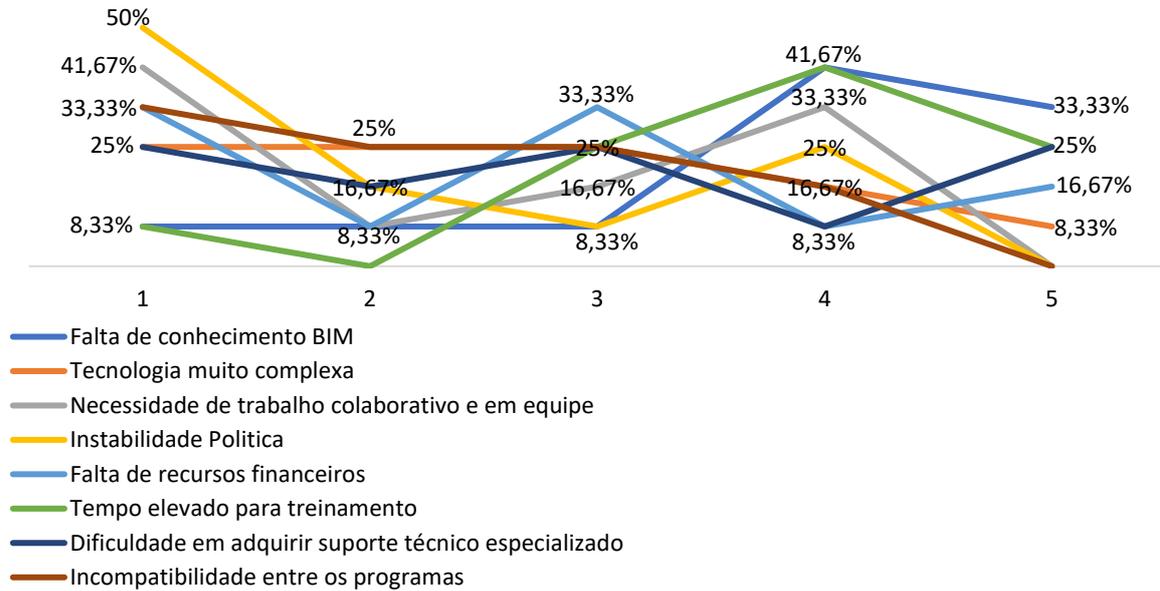
Figura 22. Razão para se adotar o BIM na CPO/UFMS



Fonte: Elaboração própria, 2020

Também numa escala crescente, onde 1 representa a menor barreira a 5 a maior, os participantes responderam (Figura 23) que a falta de conhecimento BIM (33,33%), o tempo elevado para treinamento (25,00%) e a dificuldade em adquirir suporte técnico especializado (25,00%) representam as maiores barreiras numa possível adoção do BIM pela organização. As menores são a instabilidade política (50,00%) seguida pela necessidade de trabalho colaborativo em equipe (41,67%).

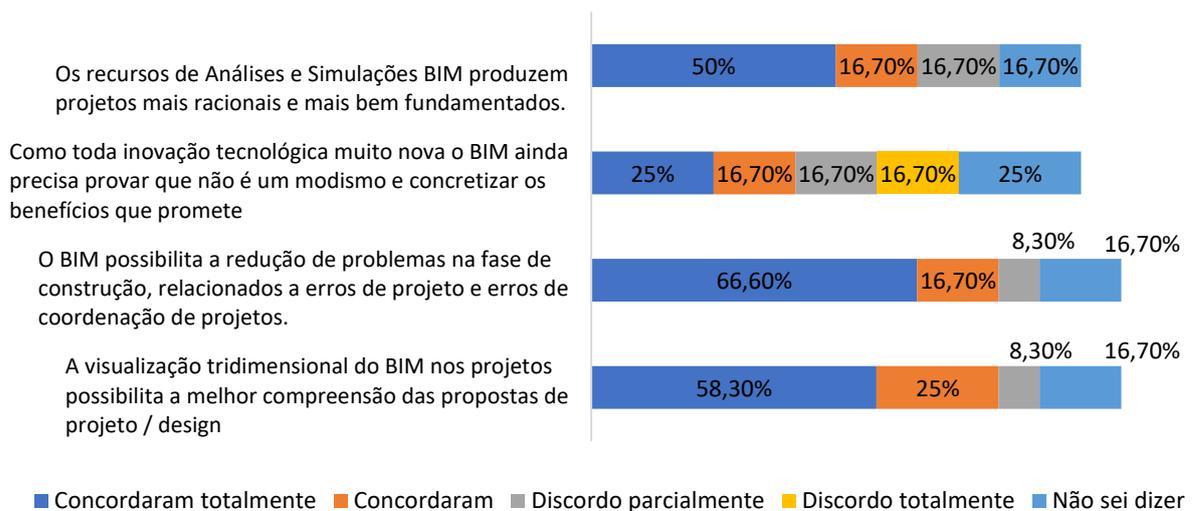
Figura 23. Barreiras para se adotar o BIM na CPO/UFMS



Fonte: Elaboração própria, 2020

Com relação a algumas afirmações a respeito do BIM (Figura 24) tem-se que a maioria dos participantes concordaram que o BIM possibilita a redução de problemas na fase de construção, relacionados a erros de projeto e erros de coordenação de projeto (66,60%) e que a visualização tridimensional do BIM nos projetos possibilita a melhor compreensão das propostas de projeto/design (58,30%).

Figura 24. Afirmações sobre BIM



Fonte: Elaboração própria, 2020

A última questão tratou acerca do interesse dos respondentes em participar do núcleo de ações para Implementação do BIM na CPO/UFMS, sendo esse número de 5 participantes (41,70%). Empresas de grande e médio porte que adotaram ou pretendem adotar BIM, e não têm um especialista experiente para fazer parte da equipe de projeto, pode contratar um consultor BIM para orientar os projetistas na implementação BIM (Gallelo 2008 *apud* Barison e Santos, 2010), porém o que tem acontecido no Brasil com as organizações governamentais é a criação de um grupo de trabalho (Comitê, Núcleo BIM, GTBIM etc) sendo estes responsáveis pelas capacitações e pelo desenvolvimento de processos, a exemplo do acontecido na Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), na FIOCRUZ, no Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e no Ministério Público do DF (MPDFT) onde servidores atuaram na consultoria/gestão da implantação, na equipe de implantação e na aplicação de cursos internos.

Com base na análise organizacional – Implantação BIM, verificou-se que os projetos desenvolvidos pela CPO/UFMS são elaborados pela equipe técnica da DIPOS utilizando o processo tradicional de projeto (ferramentas CAD bidimensionais), com pouca ou nenhuma integração entre documentação dos projetos e interoperabilidade, o que revela segundo apontado por Succar (2009), que a referida organização se encontra no estágio 0 (zero) de maturidade BIM considerado como “Pré-BIM”.

O nível de maturidade BIM proposto para o desenvolvimento das estratégias de adoção do BIM na DIPOS/CPO foi o estágio 1 e em seguida o estágio 2, visto que a equipe não possui experiência prévia. O estágio inicial inclui os aspectos mais básicos da modelagem (entre pessoas, tecnologias, processos) no âmbito da DIPOS/CPO, lembrando da importância de estabelecer o processo de implementação, tendo como base estratégias de comunicação e direcionamento, de modo a evitar desvios e retrocessos, tendo em vista os fatores de entraves já apontados anteriormente no capítulo da Fundamentação.

2.3 Estratégias para Implementação BIM na CPO/UFMS: Projeto Piloto

A definição de um Projeto Piloto faz parte do processo de adoção do BIM. Este projeto deve ser representativo em relação aos projetos usualmente desenvolvidos pela organização, não devendo esse ser excessivamente simples nem complexo, sendo importante definir o foco inicial da implementação e, a partir disso, determinar os usos potenciais do BIM que serão atingidos pela organização (CBIC, 2016).

Inicialmente realiza-se um alinhamento entre a visão organizacional da DIPOS em relação a utilização do BIM no processo de projeto, pois conforme CBIC (2016) os objetivos BIM de uma implementação devem ser definidos e alinhados de maneira coerente com os objetivos estratégicos do Órgão. Desta forma, o Chefe da DIPOS definiu que o BIM seria implementado na referida Divisão com os objetivos de: [1] Diminuir erros; [2] Aumentar a precisão nos quantitativos; [3] melhorar o detalhamento dos projetos; [4] melhorar as compatibilizações e; [5] diminuir o tempo dos profissionais no desenvolvimento dos projetos. Com os objetivos definidos pode-se definir os potenciais Usos do BIM no órgão apresentados no Quadro 15.

Quadro 15. Objetivos e Usos do BIM

COORDENADORIA DE PROJETOS, OBRAS E SUSTENTABILIDADE	
Divisão de Planejamento de Obras e Sustentabilidade – DIPOS	
OBJETIVOS BIM	USOS BIM
Diminuir erros	Coordenação de projetos; Revisão de projetos
Aumentar a precisão nos quantitativos	Estimativa de Custo
Melhorar o detalhamento dos projetos	Autoria de projeto
Melhorar as compatibilizações	Coordenação 3D; Validação de códigos;
Diminuir o tempo dos profissionais no desenvolvimento dos projetos	Projetos autorais; Análise de sistemas, Validação de códigos; Revisão de projetos

Fonte: Elaboração própria a partir de dados fornecidos pela CPO/UFMS, 2020

Desta forma estabeleceu-se o plano de ação para o projeto piloto 01 em que foram atendidas as questões relacionadas as Pessoas, Tecnologia e Processos, associados entre si pelas Políticas (Procedimentos, Normas e Boas práticas).

Na DIPOS/CPO os profissionais têm entendimento da importância, ganhos e vantagens do BIM, e esse é um fator facilitador durante a fase inicial de adoção do BIM, mas os envolvidos necessitam de aprofundamento maior relacionado aos termos conceituais,

processo e gerenciamento de projetos em BIM, além de que, em relação aos softwares BIM, os envolvidos possuem pouco conhecimento e/ou experiência em qualquer tipo de ferramentas computacionais BIM, sendo ideal que os envolvidos detenham capacidade de utilizar os softwares de forma colaborativa e integrada, portanto sugere-se a criação do Núcleo de Ações para Implementação do BIM (Núcleo BIM) na CPO/UFMS, tendo em sua composição os profissionais que no questionário afirmaram ter interesse em compor a referida equipe. O Núcleo BIM ficaria responsável pela tomada de decisões pertinentes a estratégia de implementação BIM, estas registradas em Atas e/ou relatórios e apresentados aos demais envolvidos da DIPOS. Recomenda-se ainda outras ações para implementação a nível do projeto piloto para o campo das “pessoas” definidas no Quadro 16.

Em relação aos processos, tem-se que desenvolver um processo de trabalho colaborativo em BIM depende do desenvolvimento de procedimentos que evidenciem responsáveis e suas respectivas funções, as relações entre os profissionais envolvidos no projeto e a infraestrutura necessária para dar suporte a realização das atividades intrínsecas ao processo projetual aliados ao usos do BIM previamente definidos, tendo isso em evidência recomenda-se ações de implantação para o campo dos “processos” sendo essas definidas no Quadro 17.

Quadro 16. Recomendações de ações para adoção do BIM relacionadas as Pessoas

PROJETO PILOTO	
PESSOAS	Aquisição de uma Consultoria BIM externa
	Capacitação para difusão do BIM - Conceitos BIM Colaborativo
	Capacitação no uso de software para Modelagem 3D (Básico e Executivo)
	Capacitação no uso de software para Extração de quantitativos
	Capacitação no uso de software para Detecção de interferências e Revisão de modelos
	Capacitação no uso de software para Validação de Regras
	Capacitação no uso de Software de Elaboração de orçamentos BIM
	Definição do Gerente BIM interno
	Definição das Funções BIM
	Definir o grupo de trabalho responsável pelo projeto piloto 01

Fonte: Baseado em BIM Excellence (2016) e Francisco (2018)

Quadro 17. Recomendações de ações para adoção do BIM relacionadas aos Processos

PROJETO PILOTO	
PROCESSOS	Desenvolvimento do Plano de Execução BIM para o Projeto Piloto 01 Definir Processos e Fluxos de trabalhos para desenvolvimento do projeto piloto 01 em BIM Definir práticas para gestão de informação dos modelos Definir matriz de autoria por fase de projeto contendo os níveis de desenvolvimento (LOD) dos objetos do modelo; Definir o Controle de qualidade Customização de <i>Templates</i> e Elaboração de biblioteca de conteúdos e objetos BIM para o projeto piloto 01
	Definir métricas para medir o desempenho da equipe (prazo, custo e qualidade) e a produtividade
	Definir os recursos necessários e monitorar a sua utilização

Fonte: Baseado em BIM *Excellence* (2016) e Francisco (2018)

Com a definição dos usos potenciais do BIM para o projeto pode-se definir a infraestrutura tecnológica que atenda a tais usos, e tendo isso em evidência recomenda-se ações de implantação para o campo das “tecnologias” sendo essas definidas no Quadro 18.

Quadro 18. Recomendações de ações para adoção do BIM relacionadas a Tecnologia

PROJETO PILOTO	
TECNOLOGIA	Aquisição de Software para o desenvolvimento de projetos BIM 3D - arquitetura e engenharia (estrutura, de hidráulica, de AVAC - aquecimento, ventilação e ar-condicionado - e de elétrica)
	Aquisição de Software de Validação de regras
	Aquisição de Software para Coordenação 3D e Compatibilização
	Aquisição de Software de análise de engenharia e sistemas
	Aquisição de Software para elaboração de orçamento integrado ao modelo BIM
	Aquisição de soluções para colaboração simultânea
	Aquisição de solução do tipo repositório único de informações integrado ao modelo BIM através de recursos em nuvem
	Aquisição de equipamentos com capacidade de processamento para os diferentes níveis operacionais
	Verificar se existe a infraestrutura de rede necessária para coletar, armazenar e compartilhar conhecimento
	Verificar as ferramentas utilizadas pela equipe de projeto para se encontrar, comunicar e compartilhar dados

Fonte: Baseado em BIM *Excellence* (2016) e Francisco (2018)

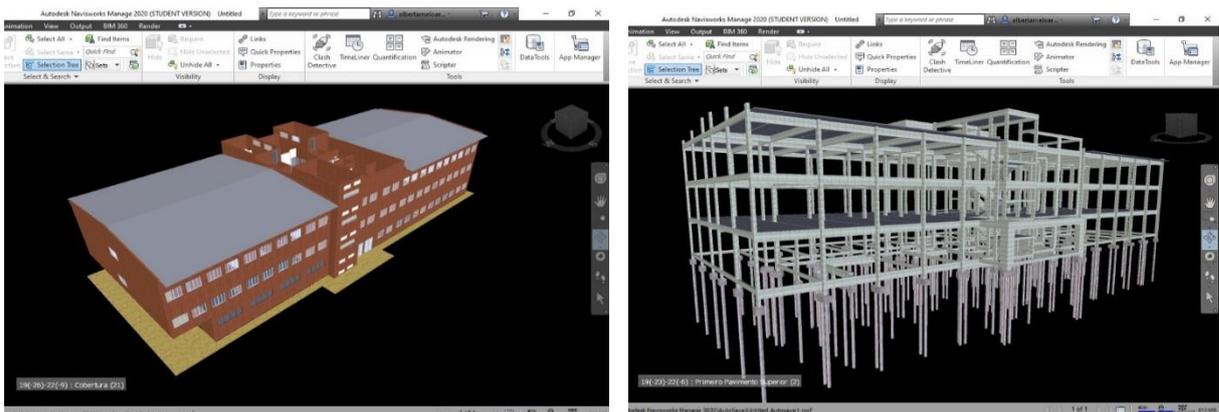
2.3.1 Modelagem e Compatibilização do Projeto Piloto

Definiu-se como Projeto Piloto 01 o projeto e especificações da edificação: **Bloco 21 - Setor 01 - Edifício Multiuso 2 / FADIR**, na Cidade Universitária da UFMS, em Campo Grande/MS, com área de 3.231,10 m². A FADIR trata-se de uma construção térrea mais 02 pavimentos, sendo as áreas respectivas: Pavimento Térreo: 1.066,35 m²; Primeiro Pavimento Superior: 1.031,76 m² e Segundo Pavimento Superior: 1.031,76 m² com: Hall de Entrada, Secretaria acadêmica/ Recepção, Banheiros Masculinos, Banheiros Femininos, Sala Técnica, Depósito de Materiais de Limpeza (DML), Anfiteatros, Salas de Aula, Salas de Grupo de Estudos, Laboratórios de Ensino (com microcomputadores) e Sala de Professores.

A modelagem 3D BIM foi realizada pela pesquisadora e ocorreu usando o software *Autodesk Revit* a partir dos desenhos da CPO/UFMS em formato PDF coletados no site da UFMS, em seguida esse modelo foi integrado ao software de gerenciamento de projetos *Autodesk Navisworks* para coordenação e verificação de conflitos. O LOD para essa etapa foi definido como 200, associado ao estudo preliminar no PEB proposto nessa pesquisa.

Com os arquivos já em formato DWG, foi desenvolvido a modelagem do projeto arquitetônico, estrutural e hidráulico no programa *Autodesk Revit* e posteriormente os modelos foram *linkados* para o *Autodesk Navisworks* (Figura 25).

Figura 25. Modelo BIM Arquitetônico e Estrutural *linkados* no *Navisworks*

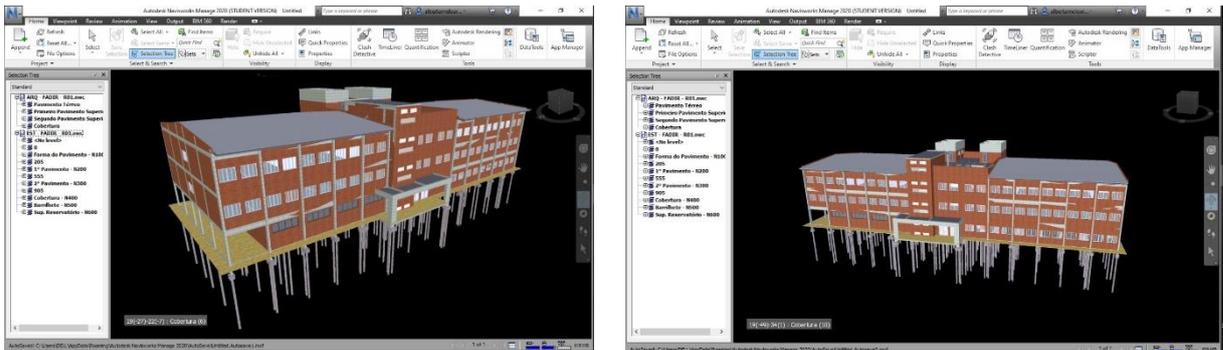


Fonte: elaboração própria, 2020

Primeiramente, houve um estudo dos desenhos coletados buscando a condução da modelagem evitando assim que elementos de mesmas disciplinas fossem modelados mais de

uma vez, como por exemplo o elemento piso (arquitetura) e o elemento laje (estrutura). Logo após os modelos foram associados ao *Navisworks* (Figura 26) possibilitando a conferência das incompatibilidades, sendo estas posteriormente analisadas quanto a relevância e necessidade de ajuste.

Figura 26. Modelo BIM de Coordenação associados no *Navisworks*



Fonte: elaboração própria, 2020

A agilidade no processo de modelagem foi evidente devido ao padrão e a modulação própria do projeto FADIR. Conjectura-se que no caso de obrigatoriedade da elaboração de projetos em BIM essa tipologia projetual será um fator facilitador para atendimento do objetivo de “*diminuir o tempo dos profissionais no desenvolvimento dos projetos*” este citado no item 2.3, devido a padronização construtiva dos projetos semelhante ao escolhido.

Tendo em vista que o objetivo é o desenvolvimento da modelagem para identificação de erros de projeto e incompatibilidades o nome dos profissionais não serão citados.

2.3.2 Desenvolvimento do Projeto Piloto: Modelagem do Projeto Arquitetônico

Com a importação dos arquivos PDF para o DWG e posteriormente para o ambiente *Revit* iniciou-se o estudo para o desenvolvimento do modelo arquitetônico 3D, a partir do entendimento do projeto com a determinação de níveis e configuração dos elementos paramétricos.

A produção em BIM indicou equívocos projetuais que são visíveis apenas quando da consolidação das informações, verificou-se que a quantidade de portas indicadas no projeto

é diferente do especificado pelo quadro de esquadrias sendo necessário revisar todas as tabelas pois as numerações estavam incompletas, conforme Quadro 19.

Quadro 19. Erros verificados Projeto Arquitetônico

ERROS VERIFICADOS	
01	Quantidade de portas indicadas no projeto diferente do especificado pelo quadro de esquadrias

Fonte: Elaboração própria, 2020

Tal equívoco verificado no projeto original pode ser resultado da falta de atenção em averiguar a quantidade de portas antes de repassar a informação para o quadro de esquadrias. A partir desse erro, os demais profissionais que necessitam desta informação podem propagar o equívoco para as demais etapas projetuais, como a etapa de orçamentação, por exemplo.

Tem-se, portanto, que em projetos 2D a configuração de informações acontece de forma manual e por consequência passível de erros humanos. Esse erro revela que o esforço de quantificar elementos manualmente ocasiona erros não oriundos da falta de conhecimento do profissional, mas sim do processo de trabalho tradicional que demanda muito tempo na etapa de documentação.

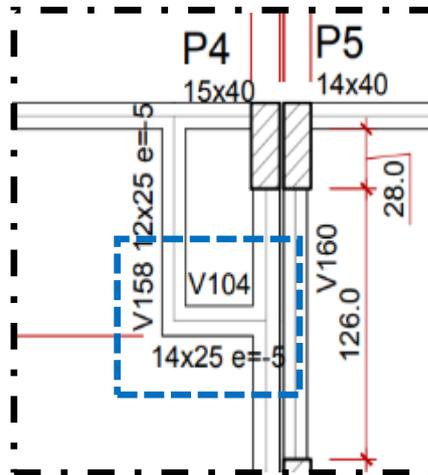
A quantificação de itens apesar de uma atividade bastante importante pode ser considerada de baixo valor agregado pois o profissional dedicado a esta atividade poderia atentar-se a outras atividades que demandam maior empenho na tomada de decisões, otimizando o produto final. Modelos BIM tendem a ser mais vantajosos pois apresentam dados e informações, estes já alinhados e configurados de maneira automatizada. Ao fornecer tabelas de quantitativos para diversos elementos, itens e finalidades são geradas quase que automaticamente, otimizando assim o tempo dos profissionais.

2.3.3 Projeto Piloto: Modelagem do Projeto Estrutural

Com a importação dos arquivos DWG para o ambiente *Revit* iniciou-se o estudo para o desenvolvimento do modelo de estrutural 3D, a partir do entendimento do projeto de fundação e estrutura de concreto armado com a cópia dos níveis do modelo arquitetônico e configuração dos elementos paramétricos.

A produção em BIM indicou equívocos projetuais com relação a anotação de viga, sendo que a viga “V104” não apresentava medida de cota, conforme destaque em azul da Figura 27.

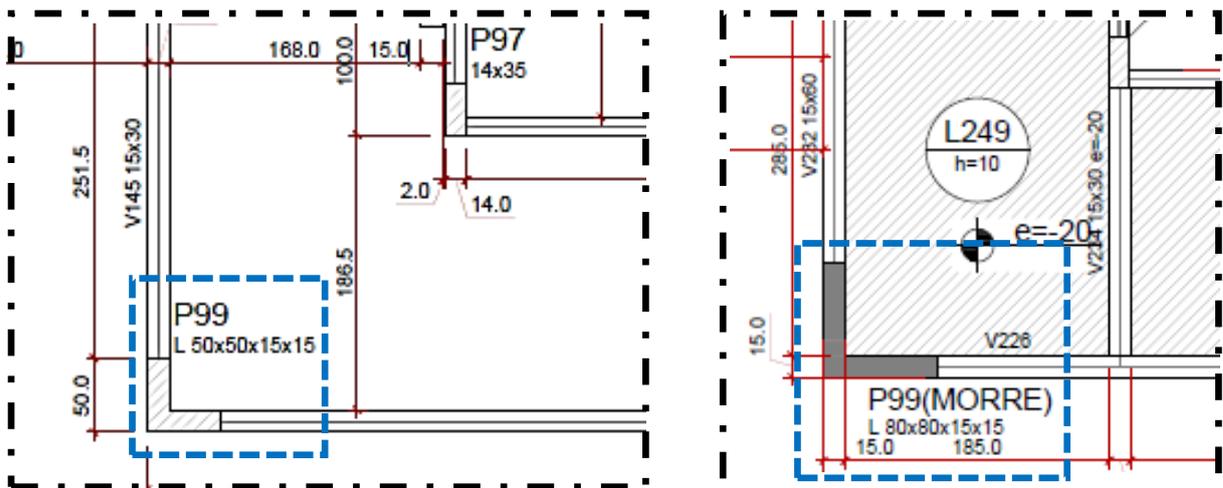
Figura 27. Elemento viga V104 sem indicação de cota



Fonte: Adaptação própria a partir de dados fornecidos pela CPO/UFMS, 2020

O segundo erro identificado refere-se ao pilar “P99” que apresentava mudança de seção do primeiro pavimento superior para o segundo pavimento superior conforme destaque em azul da Figura 28.

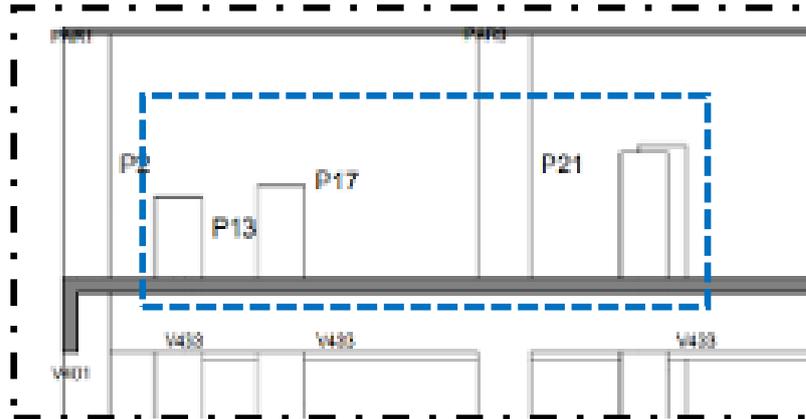
Figura 28. Pilar com mudança de seção



Fonte: Adaptação própria a partir de dados fornecidos pela CPO/UFMS, 2020

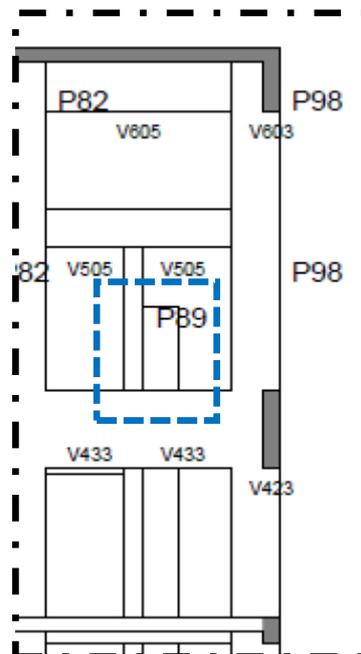
O terceiro equívoco projetual tratava-se que os desenhos dos cortes apresentavam pilares sem indicação de cota das extremidades conforme destaque em azul das Figuras 29 e 30.

Figura 29. Pilares P13, P17, P21 sem indicação de cota nas extremidades



Fonte: Adaptação própria a partir de dados fornecidos pela CPO/UFMS, 2020

Figura 30. Pilar P89 sem indicação de cota nas extremidades



Fonte: Adaptação própria a partir de dados fornecidos pela CPO/UFMS, 2020

O Quadro 20 apresenta de forma resumida os erros verificados relacionados ao projeto estrutural.

Quadro 20. Erros verificados Projeto Estrutural

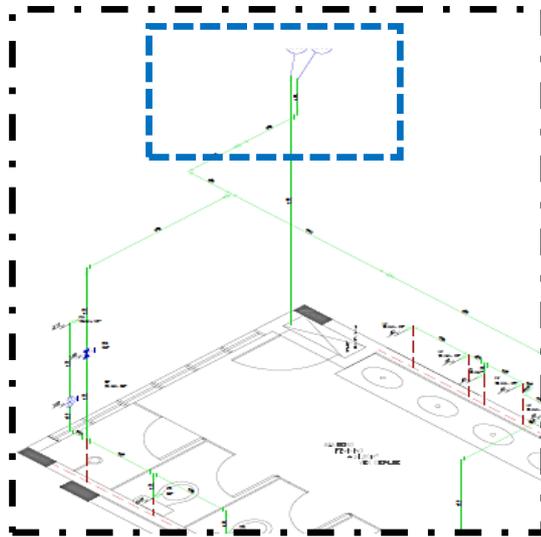
ERROS VERIFICADOS	
01	Viga V104 sem indicação de cota
02	Pilar P99 com mudança de seção
03	Pilares sem indicação de cota nas extremidades

Fonte: Elaboração própria, 2020

2.3.4 Desenvolvimento do Projeto Piloto: Modelagem do Projeto Hidráulico

Para Modelagem do Projeto Hidráulico, dividiu-se em Modelo BIM água fria e Modelo BIM esgoto, sendo necessário a importação do arquivo PDF para DWG e em seguida para o software BIM *Autodesk Revit*. O desenvolvimento dos modelos se deu a partir do entendimento dos projetos de instalações hidráulicas e a configuração dos elementos paramétricos constituintes. A produção em BIM indicou equívocos projetuais onde a *viewport* do software *Autocad* interrompeu a informação de qual tubo de entrada se referia em um desenho de detalhamento, conforme destaque em azul na Figura 31.

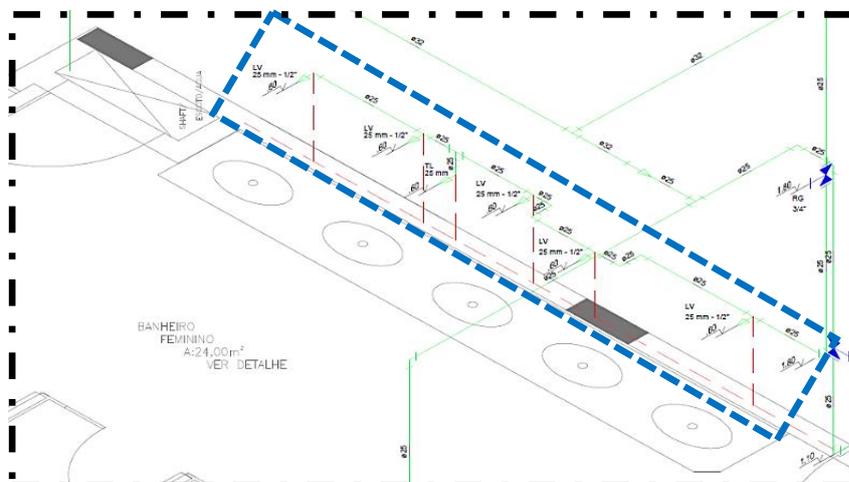
Figura 31: Informação interrompida pela *Viewport* do Autocad



Fonte: Adaptação própria a partir de dados fornecidos pela CPO/UFMS, 2020

O segundo erro identificado refere-se à altura da Torneira de Limpeza (TL), sendo que ela está representada de uma forma, mas a anotação consta altura de 0.60, conforme destaque em azul na Figura 32.

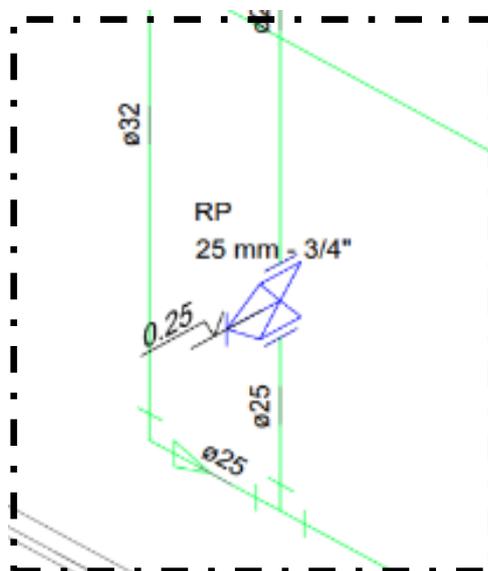
Figura 32: Altura da Torneira de Limpeza (TL)



Fonte: Adaptação própria a partir de dados fornecidos pela CPO/UFMS, 2020

O terceiro equívoco identificado tratava-se da altura do registro de pressão do chuveiro que estava representado com altura 0.25cm no desenho “Detalhe 07” conforme destaque em azul da Figura 33.

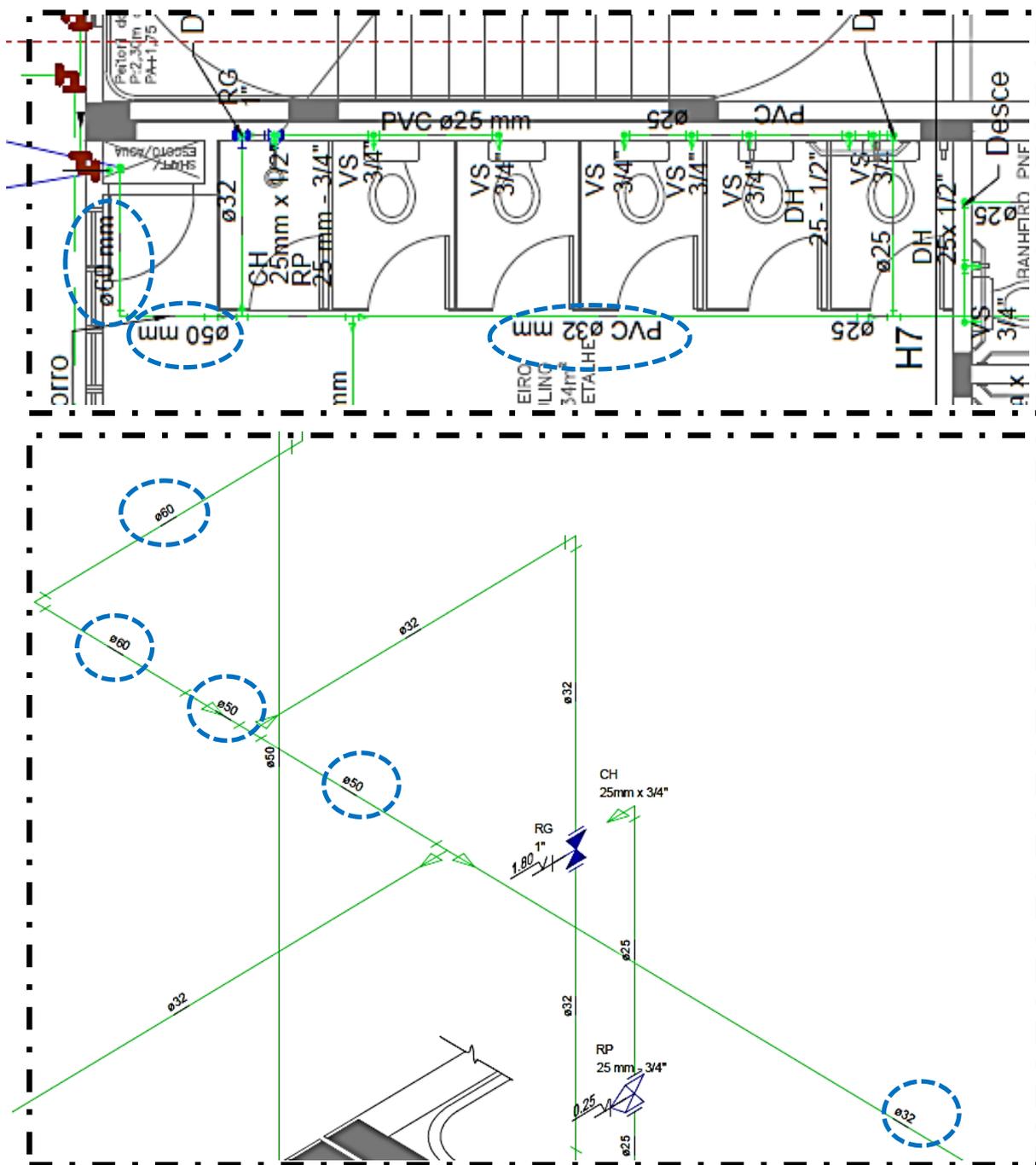
Figura 33: Registro de pressão do chuveiro com altura de 0.25cm do piso



Fonte: Adaptação própria a partir de dados fornecidos pela CPO/UFMS, 2020

O quarto erro identificado tratava-se que no desenho “Detalhe H7” a anotação difere da Prancha 02 conforme destaque em azul da Figura 34.

Figura 34: Anotações no desenho de Detalhe diferem informações contidas no desenho da Planta



Fonte: Adaptação própria a partir de dados fornecidos pela CPO/UFMS, 2020

O Quadro 21 apresenta de forma resumida os erros verificados relacionados ao projeto estrutural.

Quadro 21: Erros verificados Projeto Hidrossanitário

ERROS VERIFICADOS	
01	Informação interrompida pela Viewport do Autocad
02	Altura da Torneira de Limpeza (TL)
03	Anotações no detalhe diferem das informações contidas na planta
04	Registro de pressão do chuveiro com altura de 0.25cm do piso

Fonte: Elaboração própria, 2020

2.3.5 Considerações acerca do processo de desenvolvimento dos modelos

Diferente do sistema integrado e a colaboração através de um modelo central, utilizou-se a metodologia de “links” no desenvolvimento dos modelos com a intenção de que os arquivos fossem mais leves, demonstrando que o software *Autodesk Revit* permite a modelagem de diversas disciplinas em arquivos distintos.

Com o processo de modelagem foi possível verificar que os equívocos projetuais poderiam ter sido evitados caso o desenvolvimento do projeto fosse realizado utilizando processo de projeto em BIM. Os erros seriam naturalmente detectados e resolvidos nas fases iniciais de projeto pois, existe a possibilidade de aferir um maior número de detalhes quando se compara o sistema CAD tradicional com o processo colaborativo baseado em BIM.

Como o software BIM utilizado não apresenta a função de identificar falhas com a possibilidade de comunicação direta entre os envolvidos no projeto, utilizou-se o software *Autodesk Navisworks* para auxiliar nesta função. Conjectura-se, portanto, a necessidade da interoperabilidade dado que um único software não é capaz de atender aos diversos usos do BIM.

Importante salientar que os equívocos até então identificados não representam incompatibilidades e sim falhas de revisão de projetos.

Desta forma até aqui a utilização de softwares BIM se mostrou eficiente e capaz de promover melhorias significativas na etapa de projetual.

2.3.6 Compatibilização dos modelos BIM: Identificação de Interferências (Clash Detection)

Esta seção aborda a compatibilização dos modelos BIM desenvolvidos no *Autodesk Revit* objetivando evidenciar o comportamento do modelo de coordenação das disciplinas de arquitetura, estrutura e hidráulica do projeto FADIR, com o uso da interoperabilidade tendo em vista que nesse processo após modelar os projetos em Revit (.rvt) utilizou-se o software *Autodesk Navisworks* (.nwf e .nwd) e seus recursos de detecção de interferências.

Realizou-se a verificação de interferências entre o seguinte conjunto de disciplinas:

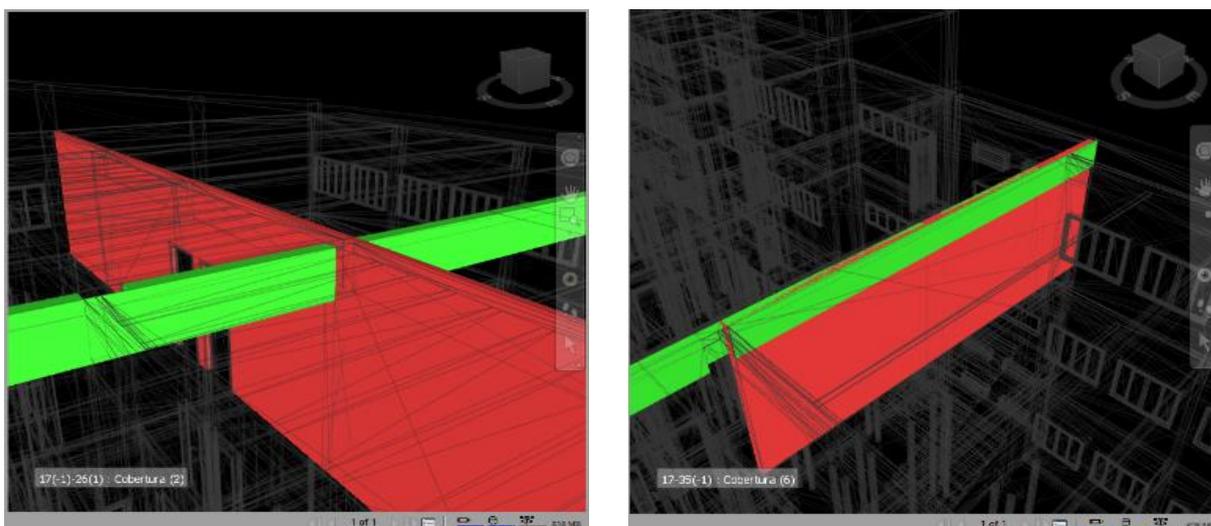
- Arquitetura x Estrutura;
- Arquitetura x Hidráulica;
- Estrutura x Hidráulica;
- Hidráulica x Hidráulica.

As interferências encontradas são apresentadas e discutidas a seguir, destaca-se, pois, a viabilidade de uso do software, sendo importante lembrar que algumas vezes em um *clash test* pode-se obter dezenas de interferências sinalizadas, entretanto a ferramenta não nos diz o que as interferências significam e nem sugere o que deve ser feito para resolver.

Desta forma é indispensável uma análise minuciosa dos resultados dos *clash tests* pelo coordenador BIM e sendo cada interferência visualizada, compreendida e confirmada junto ao profissional responsável para possível alteração. Pode-se ainda gerar relatório com as informações sobre as interferências, que incluem a imagem, localização, tamanho e status associado (aprovado ou ignorado) da interferência. Estes relatórios são exportados em HTML.

Salienta-se que não foram encontradas interferências entre o modelo de arquitetura e o modelo de estrutura. As incompatibilidade encontradas tratavam-se de equívocos de modelagem que devem ser revisados levando em consideração o controle de qualidade do modelo, como forma de não apresentar sobreposição de elementos como apresentado por exemplo na Figura 35. Na figura tem-se uma interferência parede x viga, onde a modelagem da parede não deveria se sobrepor a modelagem da viga.

Figura 35: Erro relacionado a modelagem



Fonte: Elaboração própria, 2020

2.3.6.1 Modelo Arquitetônico x Modelo Hidrossanitário

Ao se verificar as incompatibilidades entre o modelo BIM arquitetônico e o modelo BIM hidrossanitário, constatou-se que as interferências acontecem em elementos fixos sendo que essas incompatibilidades só são averiguadas no momento da execução da obra.

O Quadro 22 apresenta um resumo com o quantitativo das interferências verificadas entre os projetos de arquitetura e o hidrossanitário – água fria e esgoto.

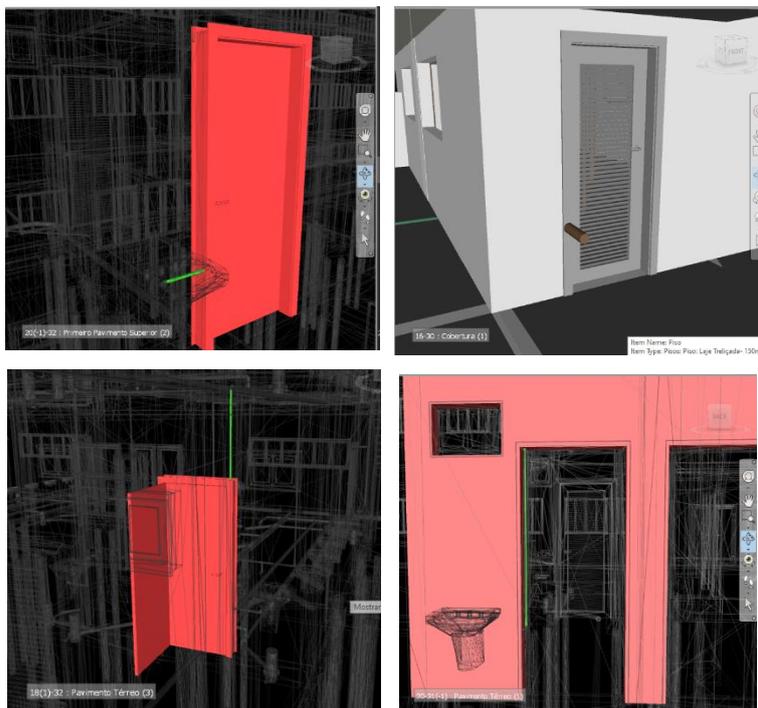
Quadro 22: Erros verificados Arquitetura x Hidrossanitário

QUANTIDADE DE INTERFERÊNCIAS VERIFICADOS	
ARQUITETURA x ÁGUA FRIA	215
ARQUITETURA x ESGOTO	41

Fonte: Elaboração própria, 2020

Apesar do quantitativo elevado de interferências, quando realizou-se a avaliação individualizada a maioria destas era proveniente de choques entre paredes arquitetônicas e tubulações, sendo assim as que representaram conflitos reais foram quando da passagem dessas canalizações pelos vãos de esquadrias (portas), como mostra a Figura 36.

Figura 36: Interferências Arquitetura x Hidrossanitário



Fonte: Elaboração própria, 2020

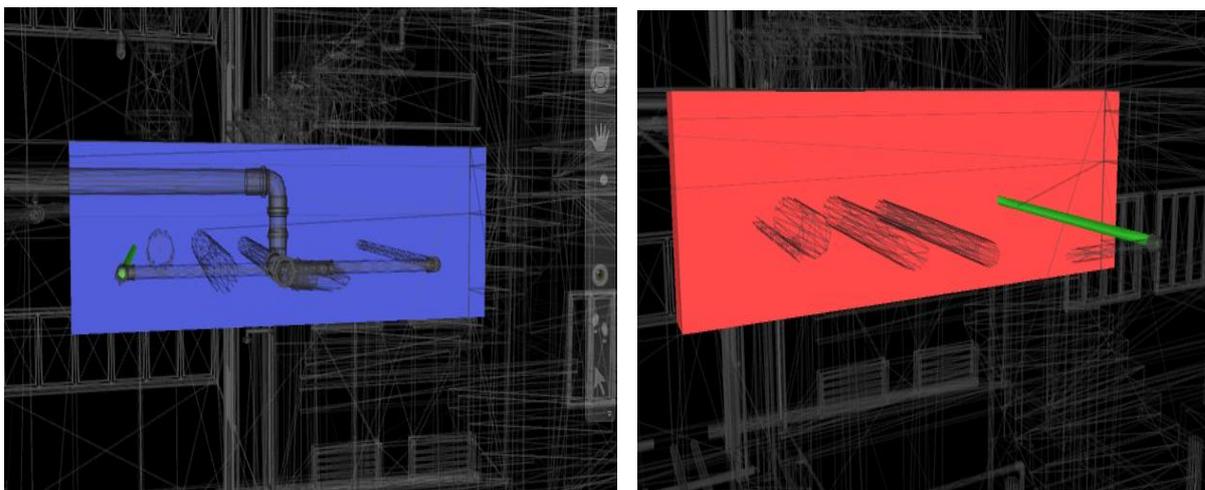
Essas falhas são resultados das lacunas da representação tradicional de projetos baseadas em 2D, onde os elementos não apresentam todas as dimensões, ocasionando assim os erros.

Aparentemente, os conflitos mostram-se de fácil resolução, com o ajuste das tubulações e ou reposicionamento das mesmas.

2.3.6.2 Modelo Estrutural × Modelo Hidrossanitário

Ao se verificar as incompatibilidades entre o modelo BIM estrutural e o modelo BIM hidrossanitário, constatou-se um elevado número de interferências entre tubulações, baldrame e vigas, conforme Figura 37. A NBR 6118:2014 cita que “furos que atravessam as vigas na direção da altura devem satisfazer as condições estabelecidas na seção 21.3.3 da norma.”. De acordo com a norma, a diminuição da capacidade portante ao cisalhamento precisa ser averiguada, sendo que, ao examinar o projeto estrutural, não foram observadas possíveis indicações que os locais em que a tubulação corta a estrutura foram avaliadas quanto a redução da capacidade portante ao cisalhamento.

Figura 37. Interferências Estrutura x Hidrossanitário



Fonte: Elaboração própria, 2020

O Quadro 23 apresenta um resumo com o quantitativo das interferências verificadas entre os projetos de estrutura e o hidrossanitário – água fria e esgoto.

Quadro 23. Erros verificados Estrutural x Hidrossanitário

QUANTIDADE DE INTERFERÊNCIAS VERIFICADOS	
ESTRUTURA x ÁGUA FRIA	115
ESTRUTURA x ESGOTO	101

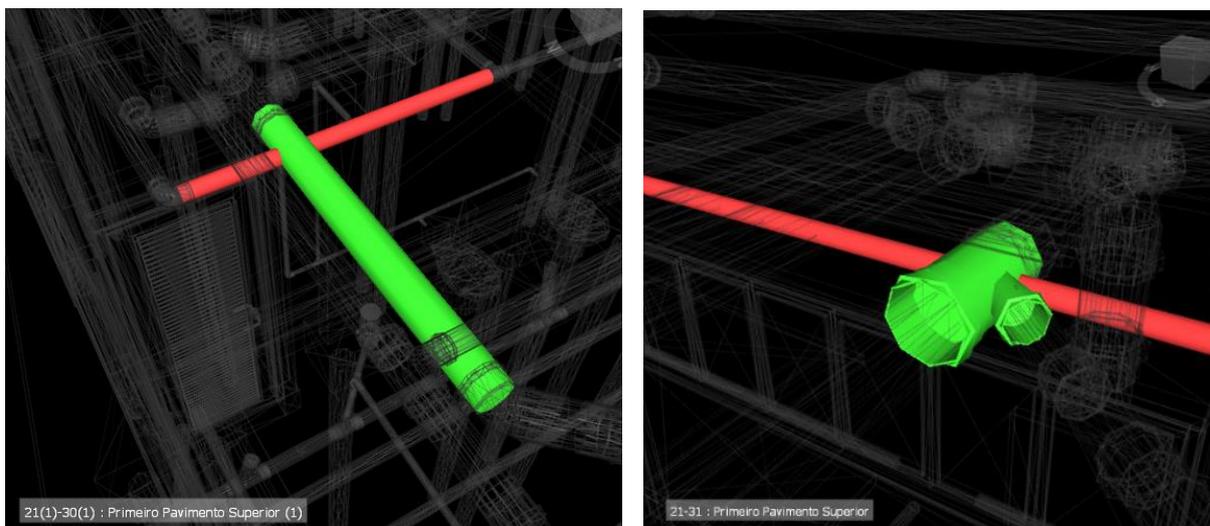
Fonte: Elaboração própria, 2020

A grande maioria das interferências dos projetos da FADIR aconteceram quando dos testes de interferências das disciplinas de Estrutura e Hidrossanitário.

2.3.6.3 Modelo Hidrossanitário x Modelo Hidrossanitário

Ao se verificar as incompatibilidades entre o modelo BIM hidrossanitário com ele mesmo, constatou-se que as interferências aconteceram muito provavelmente por equívocos no projeto que podem ser considerados banais e contornados na etapa de execução sem muita preocupação, entretanto podem trazer alterações para o quantitativo de material, pois é necessário adicionar novas conexões para contornar os conflitos. Na figura 38 tem-se algumas destas interferências.

Figura 38. Interferências Hidrossanitário – água fria x esgoto



Fonte: Elaboração própria, 2020

A compatibilização dessa disciplina com ela mesma pode ser capaz de determinar diretrizes para a etapa de projeto executivo, pois como mencionado anteriormente esses equívocos de projeto são solucionados *in loco*.

O Quadro 24 apresenta um resumo com o quantitativo das interferências verificadas no projetos hidrossanitário – água fria e esgoto.

Quadro 24: Erros verificados Hidrossanitário – água fria e esgoto

QUANTIDADE DE INTERFERÊNCIAS VERIFICADOS	
ÁGUA FRIA x ESGOTO	23

Fonte: Elaboração própria, 2020

2.3.7 Considerações a respeito da compatibilização dos modelos BIM do projeto piloto

Com a integração dos modelos BIM de arquitetura, estrutura e do hidrossanitário foi possível verificar a importância dessa junção de informações em um único modelo, o modelo de coordenação. Com isso destaca-se a possibilidade do desenvolvimento integrado dos modelos BIM distintos, porém combinados no programa de coordenação *Autodesk Navisworks* sendo esse o processo proposto no documento PEB para o projeto piloto FADIR.

A maioria dos conflitos entre disciplinas aconteceram entre os modelos BIM de Estrutura e o Hidrossanitário. Salienta-se que as modificações no projeto estrutural pode ser bastante prejudiciais para a qualidade e segurança das edificações de forma geral, além de representar custo e geração de RCCs.

As incompatibilidades corroboram a falha de um processo projetual onde as revisões e as alterações se tornam atividades repetitivas para ajustar toda a documentação que compõem o projeto. A tecnologia aliada a um processo de trabalho colaborativo e ao conhecimento técnico dos profissionais envolvidos pode apresentar as vantagens de indicação, avaliação e adequação prévia dos equívocos projetuais e dedicação de tempo a atividades de maior valor agregado, resultando na melhoria do produto a ser entregue, dado que por mais avanços que os *softwares* podem proporcionar eles não são capazes de substituir o profissional.

3. AVALIAÇÃO

Este capítulo discute o processo de avaliação do Plano de Execução BIM (artefato) com objetivo de mensurar o documento para solucionar o problema levantado e resultados obtidos.

Como a proposição do artefato é para um contexto real, aconteceu que a complexidade da organização, as condições inerentes aos processos de trabalho e o estado de pandemia do ano corrente não permitiram que fosse testada a aplicação total do artefato em um projeto piloto da CPO/UFMS desde o início, devido a limitação de tempo para finalização deste estudo.

O Plano de Execução BIM foi então avaliado através de processo participativo com a aplicação de questionário, sendo os avaliadores os profissionais pertencentes a CPO/UFMS. O artefato (PEB) foi apresentado de forma remota através da plataforma *Meet* aos referidos servidores que são os possíveis usuários finais do documento. O documento foi avaliado através da aplicação de questionário desenvolvido na plataforma *Google Forms* e composto por questões que permitiam diferentes tipos de respostas, do tipo fechadas e abertas (para comentários livres) e questões do tipo escala onde foram atribuídas notas de 1 a 5 de acordo com o grau de concordância relativas as sentenças.

O questionário teve por objetivo possibilitar o aperfeiçoamento do artefato em busca de possíveis melhorias de sua aplicação no gerenciamento dos processos colaborativos de projeto BIM na CPO/UFMS visando a minimização de geração de RCCs. Então utilizou-se como método de avaliação um teste funcional (*black box*) para ambiente interno que conforme Hevner, March e Park (2004) consiste em executar as interfaces do artefato para descobrir possíveis falhas e identificar defeitos.

Os critérios de operacionalidade, eficiência, generalidade e facilidade de uso foram avaliados segundo relação com as questões conforme Quadro 25.

A seguir tem-se as perguntas e as respostas de 5 avaliadores do total de participantes no dia da apresentação do documento que responderam ao questionário *on line*, vale

salientar que na tentativa de aumentar a quantidade de respostas e obter informações imparciais, o questionário foi desenvolvido de modo a garantir a impossibilidade de identificação dos respondentes.

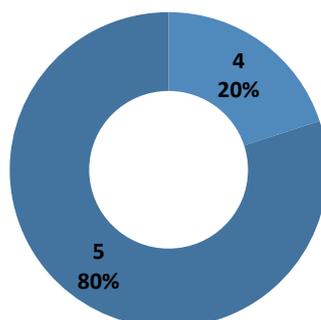
Quadro 25: Relação de Critérios e Questões

CRITÉRIOS	QUESTÕES
OPERACIONALIDADE	Numa escala de 1 a 5 onde 1 seria difícil compreensão e 5 fácil compreensão atribua uma nota para "Como você avalia o conteúdo do documento plano de execução BIM proposto?"
EFICIÊNCIA	Você considera eficientes os métodos de comunicação e troca de informações estabelecidos no plano de execução BIM proposto? Caso necessário justifique sua resposta no campo em aberto no final do questionário
	Acredita que o documento PEB proposto poderia auxiliar na melhoria da qualidade projetual e consequentemente na redução da geração de Resíduos da construção Civil? Comente
GENERALIDADE	Com relação a generalidade, você considera que há delimitação no uso do plano de execução BIM proposto para os diversos tipos de projetos? Caso necessário justifique sua resposta no campo em aberto no final do questionário
FACILIDADE DE USO	Você considera que há facilidade de uso do documento Plano de Execução BIM (PEB) proposto? Caso necessário justifique sua resposta no campo em aberto no final do questionário

Fonte: Adaptado de Pereira, 2017

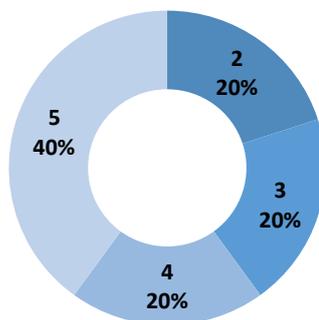
Em relação a operacionalidade no tocante a facilidade de compreensão do conteúdo do documento PEB proposto e em relação a organização desse conteúdo tem-se que, conforme apurado nas respostas, os avaliadores apontaram que o documento estava organizado (80%), entretanto em relação a facilidade de compreensão do conteúdo, a avaliação foi mais divergente sendo que do total dos respondentes de 40% afirmaram que o conteúdo era de fácil compreensão, conforme Figura 39a e 39b.

Figura 39a. Conteúdo e Organização do Plano de Execução BIM proposto



Numa escala de 1 a 5 onde 1 seria desorganizado e 5 bem organizado "Como você avalia a divisão dos assuntos do documento BEP proposto?"

Figura 39b. Compreensão do Plano de Execução BIM proposto

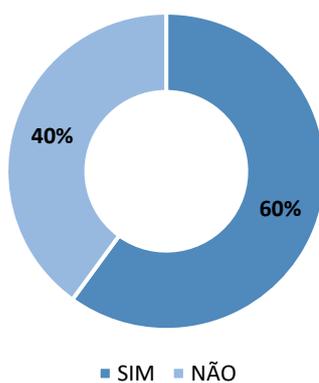


Numa escala de 1 a 5 onde 1 seria difícil compreensão e 5 fácil compreensão atribua uma nota para “Como você avalia o conteúdo do documento plano de execução BIM proposto?”

Fonte: Elaboração própria, 2020

Com relação ao dimensionamento do artefato perguntou-se se o número de páginas estava adequado, sendo que 60% dos respondentes apontaram que o documento proposto estava bem dimensionado (Figura 40) apresentando número de páginas adequado. Para os demais (40%) o documento apresentava-se extenso.

Figura 40. Dimensionamento do PEB



Fonte: Elaboração própria, 2020

Em relação a facilidade na utilização do documento, 80% considera que há facilidade de uso do documento Plano de Execução BIM (PEB) proposto e que não foram observadas falhas no artefato.

Com relação a generalidade, também 80% não consideraram que o documento apresentava limitação do uso, podendo ser utilizado para os diversos tipos de projetos.

Em relação a eficiência, uma das questões era aberta, onde o profissional deveria expressar sua opinião sobre se a utilização do documento PEB poderia auxiliar na melhoria da qualidade projetual e conseqüentemente na redução da geração de Resíduos da Construção Civil gerados na etapa de projeto. Tal questão obteve retorno positivo, pois todos os respondentes afirmaram que “sim” para a pergunta. Na sequência são reproduzidas as respostas obtidas.

“Com certeza. Conforme o avanço da tecnologia de softwares voltados à área da construção civil, a padronização de uma forma de trabalho que seja flexível no ponto de permitir a comunicação de todas as áreas em uma só plataforma pode melhorar de forma extrema a fluidez de informações entre a equipe.” (Respondente 01)

“Acredito que sim. Meu conhecimento é limitado sobre BIM e principalmente sobre implementação e execução (BIP e BEP). Mas pelo o que acompanhei [...] vejo que o documento proposto será de grande valia para o estudo acadêmico e sociedade.” (Respondente 02)

“Acredito que quanto maior e mais preciso for o planejamento de todas as etapas irá colaborar para todos os aspectos da construção civil, principalmente na diminuição da quantidade de perdas. Esse documento agrega nesse planejamento, organizando cada etapa antes que ela ocorra.” (Respondente 03)

“Com certeza, a melhoria nos processos impacta diretamente a qualidade do produto final do projeto, tanto no que diz respeito às pranchas quanto à execução do projeto.” (Respondente 04)

“Sim, pois organiza o fluxo de projeto e facilita a comunicação e visualização do modelo e das informações, dessa forma as partes

envolvidas conseguem planejar melhor a construção e diminuir as mudanças e imprevistos in loco.” (Respondente 05)

Logo, as afirmações acima transmitem uma ideia de contribuição do desenvolvimento da documentação no BIM que está atrelado a melhoria da qualidade projetual e consequentemente na minimização da geração dos RCCs, sendo que estes podem ser evitados na etapa de projeto.

Ainda com relação a eficiência, todos os respondentes (100%) afirmaram que consideraram eficientes os métodos de comunicação e troca e informações propostas no artefato, mas que teriam que efetivamente colocar em prática o documento para confirmar essa eficiência. E por fim todos os participantes (100%) responderam que utilizariam o documento PEB proposto para o projeto piloto em questão.

Os itens que obtiveram melhor avaliação foram o de eficiência, o de generalidade e o de facilidade de uso, e sendo o de operacionalidade com pior avaliação.

4. CONCLUSÕES

Esta pesquisa buscou colaborar para a minimização da geração dos resíduos de construção civil, através da melhoria da qualidade projetual inserindo o *Building Information Modeling* (BIM) nos projetos de edificações a serem desenvolvidos pela Coordenadoria de Projetos, Obras e Sustentabilidade (CPO) da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). Para isto foi desenvolvido um Plano de Execução BIM que visa facilitar o processo de adoção da Modelagem da Informação da Construção no referido Órgão.

Uma vez que o processo BIM favorece a integração dos diversos envolvidos no projeto, os problemas relacionados a fragmentação e linearidade do processo tradicional podem ser minimizados utilizando a Modelagem da Informação da Construção desde as etapas iniciais do projeto, reduzindo assim a geração de desperdício e conseqüentemente a de Resíduos da Construção Civil (RCCs) contribuindo para questões sustentáveis.

A execução eficaz do BIM requer estudos abrangentes devido aos altos níveis de informações e necessidades de colaboração na tentativa de se extrair o máximo de dados dos modelos virtuais necessários para as fases do ciclo de vida das edificações. Para gerir essas informações se faz necessário a padronização do fluxo de projeto, das trocas de informações, definir os padrões de modelagem, os entregáveis sendo esses elementos integrantes do Plano de Execução BIM.

Em função do método de pesquisa aplicado, considera-se que a opção pelo DSR que se trata de um método utilizado na resolução de problemas encontrados no mundo real, se mostrou fundamental para o trabalho pois possibilitou a organização das informações durante todo o processo da pesquisa, através das etapas de: Identificação do problema, Configuração e Identificação da solução, Projeto da solução, Avaliação e Conclusão.

Com a Identificação do problema procurou-se fundamentar o debate teórico em relação a falta e/ou limitação da colaboração entre os profissionais responsáveis pela

elaboração de projetos e a geração de RCCs, analisando como o BIM poderia auxiliar nesse processo. Verificou-se que existe a necessidade de padronização e organização dos processos de projeto colaborativos em BIM nas organizações através de documentos do tipo PEB, sendo esses os artefatos foram sugeridos como possíveis soluções para o problema.

O PEB propõe um nível mais alto de planejamento de projeto com a redução das informações desconhecidas e/ou ausentes durante o desenvolvimento do projeto, minimizando assim possíveis riscos para todos os profissionais envolvidos.

A partir de então, dado o Decreto Nº 9.983/2019 onde o governo brasileiro buscar difundir o BIM com objetivo de qualificar as obras públicas brasileiras, se propôs a gestão da CPO/UFMS o desenvolvimento de um Plano de Execução BIM.

A análise do conteúdo dos modelos PEBs, utilizados como referências nesta pesquisa, com o objetivo de definir, a princípio, o conteúdo mais relevante através da organização das informações coletadas sobre os documentos selecionados, mostrou-se muito útil ao apresentar um conjunto de assuntos que precisam ser abordados. Esses foram coletados de diretrizes e padrões BIM publicados em alguns países do mundo onde o BIM já é largamente utilizado, desta forma, esse material foi um dos instrumentos principais para a construção do artefato: Plano de Execução BIM.

Como a adoção do BIM depende também da cultura organizacional, o PEB deve refletir os procedimentos de trabalho que cada organização possui, dado que todos os envolvidos no projeto interagirão uns com os outros, objetivando a minimização dos problemas dado o aprimoramento da comunicação e da colaboração entre as partes, desta forma realizou-se a análise da Organização no que concerne a sua estrutura, aos processos e métodos de desenvolvimento de projetos de edificações.

Verificou-se que o conhecimento BIM na DIPOS/CPO é baixo sendo avaliado em nível 0 ou pré-BIM com a concepção de projetos realizada de forma tradicional, apresentando processo de projeto fragmentado e limitado em relação a colaboração e comunicação entre os profissionais. O resultado reflete a necessidade de estudo e desenvolvimento do BIM no referido Setor, pois apesar dos servidores da DIPOS/CPO bem como a Chefia possuírem a visão

de que o BIM apresenta possibilidades de ganhos para o órgão, existe a necessidade de capacitação dos servidores, dado que a falta de profissionais qualificados que possam se integrar aos processos BIM dificulta a adoção do mesmo.

A modelagem BIM exige um maior esforço, devido a quantidade de informações demandadas pelo modelo, mas a contribuição advinda da identificação dos equívocos projetuais através da interoperabilidade possibilitaria o desenvolvimento de uma melhor coordenação e organização do projeto, além de evitar desperdícios de tempo e de material buscando uma melhor qualidade projetual na fase executiva. Existe, portanto, a necessidade de aquisição da infraestrutura tecnológica adequada, essa inerente ao desenvolvimento de projetos em BIM colaborativo.

O processo de implementação BIM pela CPO/UFMS deverá ser de forma gradual em projetos de baixa e média dimensão e complexidade, para tal deve-se debater em todos os níveis hierárquicos do órgão os processos sugeridos no documento PEB para que através do Núcleo BIM sejam revistos os principais pontos do processo de implementação e a definição do demais projetos pilotos, para uma maior adaptação das equipes e posteriormente o alcance das demais divisões do Órgão.

O desenvolvimento desta pesquisa gerou novas ideias e sugestões para trabalhos futuros e para tal recomenda-se a fim de auxiliar neste processo de adoção do BIM as seguintes pesquisas:

- Aplicação prática do Plano de Execução BIM proposto para o Projeto Piloto 1;
- Estudo comparativo das soluções tecnológicas adequadas para cada processo de projeto na DIPOS/CPO;
- Desenvolver o Manual para modelagem BIM da DIPOS/CPO;
- Análise da implementação das Funções BIM (Modelador, analista e Gerente BIM) dentro do quadro organizacional do órgão;
- Desenvolvimento de Plano de Execução BIM para as demais fases do ciclo de vida das edificações: construção e uso (operação e manutenção).

Espera-se que este trabalho seja mais uma contribuição que busca implementar novas tecnologias e processos nas atividades desenvolvidas na CPO/UFMS, bem como aos demais órgãos, cursos e profissionais que desenvolvem projetos e executam obras na UFMS.

REFERÊNCIAS

AEC-UK. **AEC (UK) BIM Protocol Project BIM Execution Plan**. p. 1 – 13, v. 2.0, 2012.

AHANKOOB, Alireza; KHOSHNAVA, Meysam; ROSTANI, Raheleh; PREECE, Christopher Nigel. **BIM. Perspective on Waste Reduction**. In: Management in Construction Research Association (MICRA), 2012, Kuala Lumpur. Proceedings....Malaysia: UTM RAZAK School of Engineering & Advanced Technology, p. 195 – 199, 2012.

AIBINU, Ajibade; VENKATESH, Sudha. Status of BIM Adoption and the BIM Experience of Cost Consultants in Australia. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, 140(3), 04013021.

AKANBI, Lukman A., OYEDELE, Lukumon O., AKINADE, Olugbenga O., AJAYI, Anuoluwapo O., DELGADO, Manuel Davila., BILAL, Muhammad., BELLO, Sururah A. Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 129, p.175-186, fev. 2018. Elsevier BV.

ARAYICI, Yusuf., COATES, S., KOSKELA, Lauri J., KAGIOGLOU, Mike., USHER, C., O'REILLY, Kyle. (2011). Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. **Automation in Construction**. [S. l.], v. 20, n. 2, p. 189-195, 2011.

ARUP (Org.). **Circular Economy in the Built Environment**. London: Arup, 2016.

ASBEA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCITÓRIOS DE ARQUITETURA. Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. II ed. [s.l.]: Asbea, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16636-2:2017** - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto Arquitetônico. Rio de Janeiro, 2017, 17 p.

BAPTISTA JUNIOR, Joel Vieira; ROMANEL, Celso. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. **urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 27-37, 2013.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. **Atual cenário da implantação de BIM no mercado da construção civil da cidade de São Paulo e demanda por especialistas**. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador. Anais... Salvador: FAUFBA, 2011.

BIM DICTIONARY. Disponível em: < <https://bimdictionary.com/> >. Acesso jul.2020

BIM EXCELLENCE. BIM Maturity Matrix v1.22. **BIM Excellence Initiative**, 2016. Disponível em: <<http://bimexcellence.org/resources/300series/301in/>>. Acesso em: agosto de 2020.

BRASIL. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Ministério do Meio Ambiente**. 2010.

_____. Ministério da Economia. Brasília, DF, 2018. **Estratégia BIM BR**. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/Livreto_Estrat%C3%A9gia_BIM_BR_ver%C3%A3o_site_MDIC.pdf>. Acesso em: 18 julho 2019.

_____. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**, 23 agosto 2019. Seção 1, Página 2.

_____. Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling- Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Diário Oficial da União**, 03 abril. 2020. Edição: 65, Seção 1, p. 5

BRITO, Douglas Malheiro de. **Fatores críticos de sucesso para implantação de Building Information Modelling (BIM) por organizações públicas**. 2019. 191 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília, DF: CBIC, 2016.

CARDOSO, Adriano Lindon Leite; SOUZA, Ywakenon Bento de Melo; MARTINS, Vitor William Batista; PIMENTEL, Fernanda Quitéria Arraes. Planejamento de metas para redução de falhas no processo de distribuição de uma empresa transportadora. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 14, n. 2, p. 206-226, 2018.

CAREZZATO, Gustavo Gonçalves. **Protocolo de gerenciamento BIM nas fases de contratação, projeto e obra em empreendimentos civis baseado na ISO 19650**. 2018.140 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CHE IBRAHIM, Che Khairil Izam; MOHAMAD SABRI, Norsabrina Aine; BELAYUTHAM, Sheila; MAHAMADU, Abdul. Exploring behavioural factors for information sharing in BIM projects in the Malaysian construction industry. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 9 n. 1, p. 15-28, 2019.

CHENG, Jack C.P; LU, Qiqi. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide, **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, 20, 442-478, 2015.

CHIEN, Kuo-Feng; WU, Zong-Han; HUANG, Shyh-Chang. Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study. **Automation Construction**, [S. l.], v. 45, p. 1-15, 2014.

CORREIA, Kwami Samora Alfama; LEAL, Fabiano.; ALMEIDA, Dagoberto Alves de. **Mapeamento de processo: uma abordagem para análise de processo de negócio**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22., Curitiba, 2002. Anais [...] Curitiba, 2002.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JR., José Antonio Valle. **Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement**. Springer International Publishing, 2015.

DURANTE, Fábio Kischel.; MENDES JUNIOR, Ricardo.; SCHEER, Sergio.; GARRIDO, Marlon. Camara.; **Avaliação de aspectos fundamentais para a gestão integrada do processo de projeto e planejamento com uso do BIM**. In: Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

EADIE, Robert; BROWNE, Mike; ODEYINKA, Henry; MCKEOWN, Clare; MCNIFF, Sean. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. **Automation in Construction**. v. 36, p. 145–151, 2013

EASTMAN, Chuck; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen; TEICHOLZ, Paul. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 483 p, 2014.

EKANAYAKE, L., OFORI, G. **Construction material waste source evaluation**. Proceedings: strategies for a sustainable built environment, Pretoria, South Africa, p. 35-1 to 35-6, 23-25Aug. 2000.

ENSHASS, Mohammed A; HALLAQ, Khalid A. Al; TAYEH, Bassam A. Critical Success Factors for Implementing Building Information Modeling (BIM) in Construction Industry. **Civil Eng Res**, 8(3), 2019.

FDE – FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **GT-BIM – Grupo de trabalho relativo a tecnologia BIM: relatório técnico**. São Paulo, 2017.

FRANCISCO, Arthur Santos. **Proposta para implantação da modelagem da informação da construção na superintendência do espaço físico da Universidade de São Paulo**. 2018. 123 f. Monografia (Especialização) – Curso de Gestão de Projetos na Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

FREITAS, Raissa., MELHADO, Silvio Burrattino. **O processo de adoção do BIM em uma construtora de grande porte de São Paulo**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 17., 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2018

GALLELLO, D. **The BIM manager**. AECbytes Viewpoint #34.

GONÇALVES, Pedro Henrique; ITO, Ana Paula. CARVALHO, Débora Cristine Guerra de. A avaliação da perspectiva dos arquitetos na redução de resíduos na etapa de projeto arquitetônico. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 16-25, jan./mar. 2015

HADZAMAN, Nor Asma Haizah; TAKIM, Roshana; NAWAWI, Abdul-Hadi; MOHAMMAD, Mohammad Fadhil. An exploratory study: building information modelling execution plan (BEP) procedure in mega construction projects. **Malaysian Construction Research Journal**; v. 18, n.1, 2016

HERR, Christiane M; FISCHER, Thomas. BIM adoption across the Chinese AEC industries: An extended BIM adoption model. **Journal of Computational Design and Engineering**, 2018.

HEVNER, Alan R.; MARCH, Salvatore T.; PARK, Jinsoo; QUARTERLY, Mis. **Design science in information systems research**. v. 28 n. 1, p. 75-105, 2004.

INNES, S., 2004. **Developing tools for designing out waste pre-site and on-site**. In: Proceedings of Minimising Construction Waste Conference. Developing Resource Efficiency and Waste Minimisation in Design and Construction. New Civil Engineer, Londres, Reino Unido.

KASSEM, Mohamad., IQBAL, Nahim., GRAHAM, Kelly., LOCKLEY, Stephen., DAWOOD, Nashwan. Building information modelling: protocols for collaborative design processes. **ITcon**, v. 19, p. 126–149, 2014.

KASSEM, Mohamad; ABD RAOFF, Nur Liyana; OUAHRANI, Djamel. Identifying and Analyzing BIM Specialist Roles using a Competency-based Approach. **Proceedings of the Creative Construction Conference**, CCC 2018, Ljubljana, Slovenia, 2018.

KENSEK, Karen. **Building Information Modeling – BIM: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 267 p, 2018.

KEYS, A.; BALDWIN, A; AUSTIN, S. **Designing to encourage waste minimisation in the construction industry**. Proceedings of CIBSE National Conference. Dublin. 2000.

KOVACIC, Iva; FILZMOSE, Michael; KOESEL, Kristina, OBERWINTER, Lars; MAHDAVI Ardeshir. BIM teaching as support to integrated design practice. **GRAĐEVINAR**, 67 (6), 537-546, 2015.

KUBBA, S. Building Information Modeling (BIM). **Handbook of Green Building Design and Construction**. 2017. p.227–256.

LACERDA, Daniel Pacheco; DRESCH, Aline; PROENÇA, Adriano; JÚNIOR, José Antonio Valle Antunes. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LEUSIN, Sérgio. **Gerenciamento e Coordenação de Projetos BIM**. Ed.1ª, Ed. Elsevier, 2018. 168 p.

LIMA, Rosimeire Suzuki; LIMA, Ruy Reynaldo Rosa. **Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil**. Série de Publicações Temáticas do CREA-PR. Curitiba: CREA, 2009.

LIN, Yu-Cheng; CHEN, Yen-Pei; HUANG, Wan-Ting; HONG, Chia-Chun. Development of BIM Execution Plan for BIM Model Management during the Pre-Operation Phase: A Case Study,” **Buildings**, v. 6, n. 1, p. 1–8, 2016.

LONGARAY, Andre; ENSSLIN Leonardo; ENSSLIN, Sandra; ALVES, Glaucia; DUTRA, Ademar; MUNHO, Paulo. Using MCDA to evaluate the performance of the logistics process in public hospitals: the case of a Brazilian teaching hospital. **International Transactions in Operational Research**. p. 1-24, 2017

LU, Weisheng; WEBSTER, Chris; CHEN, Ke; ZHANG, Xiaoling; CHEN, Xi. Computational Building Information Modelling for construction waste management: Moving from rhetoric to reality. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 68, p.587-595, 2017.

LU, Weisheng; WEBSTER, Chris; PENG, Yi; CHEN, Xi; ZHANG, Xiaoling. Estimating and calibrating the amount of building-related construction and demolition waste in urban China. **Journal International of Construction Management**, v. 17, n. 1, p. 13–24, 2017.

LUKKA, Kari. **The Constructive Research Approach**. p. 83-101, 2003

MAINARDI NETO, Antônio Ivo. **Verificação de regras para aprovação de projetos de arquitetura em BIM para estações de metrô**. 2016. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil, Universidade de São Paulo.

MARCH, Salvatore T.; SMITH, Gerald F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems** 15, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995.

MARTINS, João Pedro da Silva Poças. **Modelação do Fluxo de Informação no Processo de Construção Aplicação ao Licenciamento Automático de Projectos**. 2009. 461 f. Tese (Doutor) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Porto.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **MIT BIM Execution Plan**, p. 1 – xx, 2014.

MELHADO, Silvio Burrattino (Org). **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo, Ed. O Nome da Rosa, 2005. 115 p.

MESSNER, John; ANUMBA, Chimay; DUBLER, Craig; GOODMAN, Sean; KASPRZAK, Colleen; KREIDER, Ralph; LEICHT, Robert; SALUJA, Chitwan; ZIKIC, Nevena. **The BIM Project Execution Planning Guide**. [S.I.], Versão 2.2, 2011

MIETTINEN, Reijo., PAAVOLA, Sami. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in Construction**, v. 43, p. 84-91, 2014

MORAIS, Marcelo de. **Método para Implantação de BIM e custeio-meta em Habitação de Interesse Social**. 2016. 336 f. Tese (Doutor) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

NAGALLI, A. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil**. São Paulo: Oficina de Texto, fev. 2014.

NOBRE, Gustavo. Boa gestão aumenta chances de sucesso. **Revista Digital: Gestão de Projetos e Obras**. Ano: 2014. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/boa-gestao-aumenta-chances-de-sucesso/6492>. Acesso: 19/03/2019.

OLIVEIRA, Camilla Araújo Coelho., SANTOS, Débora de Gois. Análise das interferências da coordenação de projetos durante a execução de obras. **Scientia Plena**, v. 11, n. 11, 2015.

OLIVEIRA, Luna Ollin Steffen de. **Proposta de índice de geração de resíduo na execução de instalações elétricas embutidas em alvenaria**. 2018. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

OSMANI, M.; GLASS, J.; PRICE, A.D.F. Architects' perspectives on construction waste reduction by design. **Waste Management**, 28 pp. 1147-1158, 2008.

OZORHON, Beliz; KARAHAN, Ugur. Critical success factors of building information modeling implementation. **Journal of Management in Engineering**, [S. l.], v. 33, n. 3, 2017.

PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY. **BIM Project Execution Planning Guide**. p. 1 – 120, v.2.1, 2011.

PEREIRA, ana paula carvalho. **Modelagem da informação da construção na fase de projeto: uma proposta para a SUMAI/UFBA**. 2017. 332 f. Tese (Doutorado) – Curso Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia.

PERMONIAN, Raquel Ragonesi. **Estudo da coordenação do processo de projeto arquitetônico em escritório de pequeno porte**. 2016. 108 p. Dissertação (Mestrado) – Curso Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos.

PROTA, Lygia. Gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Belo Horizonte, v. 21, n. 28, p. 46-65, set. 2014. ISSN 2316-1752. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/P.2316-1752.2014v21n28p46/7849>>. Acesso em: 24 nov. 2018.

RAMÍREZ-SÁENZ, Juan Antonio; GOMEZ-SANCHEZ, Juan Martin; PONZ-TIENDA, José Luis; GUTIERREZ-BUCHELLI, Laura. Requirements for a BIM execution plan (BEP): a proposal for application in Colombia. **Building & Management** 2(2):5, 2018.

RUSCHEL, Regina Coeli. **To BIM or Not to BIM?** In: Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 3., 2014, São Paulo. Anais... São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie. 2014.

RUSCHEL, Regina Coeli; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de; MORAIS, Marcelo de. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente. constr.** Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, 2013.

SACKS, Rafael; GUREVICH, Ury; SHRESTHA, Prabhat. A review of building information modeling protocols, guides and standards for large construction clients. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, Vol. 21, pg. 479-503, 2016.

SANTOS, William Rodrigues dos. Estudos de Caso de Implementação da Modelagem da Informação da Construção em Microescritórios de Arquitetura. 2016. 169 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT.

SILVA, Juliano Lima da. **BIM e Design Science Research: plug-ins de desempenho como ferramentas para customização do processo de projeto em arquitetura**. 2018. 235 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade IMED, Passo Fundo.

Building and Construction Authority, “**Singapore BIM Guide - V2.0**,” Cornet, pp. 1–70, 2013.

SOUZA, Gilson. **A fórmula do sucesso**. Ed. Clube de autores. Rio de Janeiro: Instituto Souza Training, 2015.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, 18(3), 357–375, 2009

SUCCAR, Bilal., KASSEM, Mohamad. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Journal Automation in Construction**. n. 57, p. 64–79, 2015.

SUCCAR, Bilal; SHER, Willy; WILLIAMS, Anthony. Measuring BIM performance: Five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 120-142, 2012.

TELAGA, Abdi Suryadinata. **A review of BIM (Building Information Modeling) implementation in Indonesia construction industry**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 352, 012030, 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL - UFMS. **Relatório de Gestão de 2019**. Mato Grosso do Sul, 2019.

U.S. DEPARTMENT OF VETERANS AFFAIRS. **VA BIM Guide**. p. 1 – 45, v. 1.0, 2010. Disponível em: <<https://www.cfm.va.gov/til/bim/VA-BIM-Guide.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2019.

UNIVERSITY OF FLORIDA. **BIM Project Execution Plan Template for Architects, Engineers and Contractors**. p. 1–32, 2018.

UNIVERSITY OF SOUTH CALIFORNIA. **Building Information Modeling (BIM) Guidelines**. p. 1 – xx, 2012.

VAN AKEN, Joan; BERENDS, Hans; VAN DER BIJ, Hans. **Problem solving in organizations: A methodological handbook for business and management students**. Ed. Cambridge University Press. 263 p, 2012.

VILLORIA SÁEZ, Paola; OSMANI, Mohamed. A diagnosis of construction and demolition waste generation and recovery practice in the European Union. **Journal of Cleaner Production**, 241, 118400, 2019.

WON, Jongsung; CHENG, Jack C.P. Identifying potential opportunities of building information modeling for construction and demolition waste management and minimization. **Automation in Construction**, v. 79, p.3-18, 2017.

WON, Jongsung; CHENG, Jack C.P.; LEE, Ghang. Quantification of construction waste prevented by BIM-based design validation: Case studies in South Korea. **Waste Management**. Vol. 49, 2016, p.170-180.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Trad. Daniel Grassi, 2.ed. Porto Alegre, Ed. Bookman, 2001

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO 01

1. Dados da Organização
a) Qual o seu nome?
b) Qual o cargo que você ocupa?
c) Qual o seu telefone? Com DDD
d) A organização tem site? Qual o endereço?
2. Análise da Organização
e) O que a organização faz? Projeto/ obra/ gerenciamento/ outro
f) Quais disciplinas trabalham? Arquitetura/ estrutura/ instalações/ outro
g) Que tipo de projeto trabalha? Infraestrutura/ reforma/ manutenção/ outro
h) Que produtos são entregues ao final do projeto? Como são entregues?
i) O que pretende fazer com o BIM? Melhorar processo? Diminuir custos? / outro
3. Análise do Conhecimento e Objetivos com o BIM
j) A chefia entende o que é o BIM? Seus benefícios?
k) A equipe conhece o BIM? Já utiliza?
4. Análise da Equipe
l) Como é formada a equipe? Quantas pessoas?
m) Existem pessoas terceirizadas?
n) Existem projetos terceirizados?
o) Como a equipe é dividida? Tarefas/Funções e Responsabilidades
5. Análise de Equipamentos e Estrutura
p) Quais equipamentos existentes? (Configurações)
q) Rede (Configuração)
r) Internet (Configuração)
6. Análise dos Softwares
s) Quais os softwares são usados?
t) Qual a versão de cada software?
u) Que software BIM pretende usar?
v) Qual o sistema operacional utilizado?
w) Que software BIM pretende usar?
x) Qual o sistema operacional utilizado?
7. Análise do Processo de Projeto
y) Como acontece a demanda do projeto?
z) Quais são as fases do processo de projeto?
aa) Quem faz os projetos? O órgão ou empresa contratada?
bb) Como é feito o programa de necessidades?
cc) Como é feito o estudo preliminar?
dd) Como é desenvolvido o anteprojeto?
ee) Como é feito o processo licitatório para a contratação de empresa?
ff) Como é feito o acompanhamento da execução dos serviços contratados (projetos básicos e executivos) por empresa terceirizada?
gg) Como é feita a compatibilização dos projetos?
hh) Como é feito o registro de reuniões e comunicações?
ii) Quais as convenções de representação gráfica do órgão?
jj) Quais são os entregáveis dos projetos?
kk) Como são resolvidos os problemas que surgem no decorrer da obra?
ll) Os prazos são cumpridos? Há necessidade de aditivos contratuais?

QUESTIONÁRIO 02

Conhecimento BIM - CPO

Prezado Colega

No âmbito da dissertação de mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade que estou desenvolvendo na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, gostaria de sua colaboração para responder um questionário.

Um dos escopos principais da pesquisa é o desenvolvimento de documento padrão Plano de Execução BIM para a CPO UFMS.

Trata-se de um questionário simples com a maioria de perguntas do tipo múltipla escolha, que pretende traçar o perfil do participantes e o conhecimento em relação a Modelagem da Informação da Construção (BIM) de forma geral.

Essa etapa da pesquisa é de suma importância pois trata do diagnóstico da organização para traçar o nível de maturidade BIM da equipe.

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

Caso tenha alguma dúvida, gentileza enviar um email para: albertameloarquitecta@gmail.com

Atenciosamente

Alberta de Melo

*Obrigatório

1. 1. Qual a sua Formação? *

2. 2. Qual o seu vínculo com a CPO? (Servidor, Contratato, Terceirizado) *

3. 3. Atua em que área na CPO? *

Marcar apenas uma oval.

- Projeto
- Gerenciamento
- Administração
- Outra: _____

4. 4. Há quanto tempo já atua nessa área?

Marcar apenas uma oval.

- menos de 1 ano
- de 1 a 3 anos
- de 3 a 5 anos
- de 5 a 10 anos
- de 10 a 15 anos
- de 15 a 20 anos
- mais de 20 anos

5. 5. Já ouviu falar de BIM? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

6. 6. Já utilizou o BIM na CPO/UFMs? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

7. 7. Analise as opções abaixo e marque a resposta que mais corresponde com a sua opinião sobre: o que é BIM? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Não sei dizer - 0	Discordo totalmente - 25	Discordo parcialmente - 50	Concordo totalmente - 75	Concordo totalmente - 100
Modelagem de Informação da Construção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Modelagem Paramétrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
É desenvolver projetos em tres dimensoes (3D) que facilita a visualização das diversas disciplinas e permite uma melhor coordenação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
É um modo de colaboração entre todos os envolvidos em um projeto que possibilita o alcance de melhores resultados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interoperabilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cálculo estrutural	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Levantamento de quantitvos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Levantamento de Custos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerenciamento de informação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projeto multidisciplinar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
É um conjunto de programas de	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

computador (softwares) que permite o desenvolvimento de projetos com maior detalhamento

É um conjunto de processos, regras e tecnologia com o qual se pode planejar e gerenciar um empreendimento de construção de forma colaborativa

8. 8. Analise cada um das frases abaixo e marque a resposta que melhor corresponda a sua opinião: *

Marcar apenas uma oval por linha.

Não sei dizer - 0	Discordo totalmente - 25	Discordo parcialmente - 50	Concordo totalmente - 75	Concordo totalmente - 100
-------------------	--------------------------	----------------------------	--------------------------	---------------------------

A visualização tridimensional do BIM nos projetos possibilita a melhor compreensão das propostas de projeto / design

O BIM possibilita a redução de problemas na fase de construção, relacionados a erros de projeto e erros de coordenação de projetos.

Como toda inovação tecnológica muito nova o BIM ainda precisa provar que não é um modismo e concretizar os benefícios que promete.

Os recursos de Análises e Simulações BIM produzem projetos mais racionais e mais bem fundamentados.

0. 10. Analise cada um dos termos abaixo e escolha a resposta mais adequada para você: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Nunca ouvi falar	Já ouvi falar mas não conheço	Conheço um pouco	Conheço e até consigo discutir esse assunto	Domino amplamente o assunto
IFC - Industry Foundation Classes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LOD - Level of Development	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ABNT 15965	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Parametrização	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Building Smart	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BCF - BIM Collaboration Format	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BEP - BIM Execution Plan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CAD - Computer Aided Design	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IoT - Internet of Things	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Laser Scanning	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. 11. Em relação aos itens relacionados ao processo de Implementação BIM em uma organização, classifique os itens abaixo conforme a sua compreensão, em uma escala de prioridade de 1 a 5, sendo 1 - menor prioridade e 5 - maior prioridade. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Definição das diretrizes para modelagem	<input type="radio"/>				
Definição da Hierarquia entre os Sistemas Construtivos para fins de Coordenação de projetos	<input type="radio"/>				
Definição dos Critérios para Avaliação da Progressão da Modelagem	<input type="radio"/>				
Documentação dos processos BIM realizados	<input type="radio"/>				
Documentação dos Padrões e Formatos de Troca de Informações	<input type="radio"/>				
Documentação dos Padrões de Desenho, Tabelas e Relatórios (Documentação) gerados ou extraídos, a partir dos Modelos BIM	<input type="radio"/>				
Plano de Execução BIM para a Organização Interna	<input type="radio"/>				
Documentação dos Papéis e Responsabilidades dos participantes nos processo BIM	<input type="radio"/>				

12. 12. Em relação aos motivos para se adotar o BIM na CPO/UFMS, classifique os itens abaixo em uma escala de prioridade de 1 a 5, sendo 1 - menor prioridade e 5 - maior prioridade. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Reduzir e eliminar erros de projeto através da detecção de conflitos	<input type="radio"/>				
Desenvolver uma comunicação e cooperação entre os participantes do projeto reduzindo desperdícios e erros na construção	<input type="radio"/>				
Extração de informações quantitativas dos elementos	<input type="radio"/>				
Reduzir o número de revisões de projeto mantendo registrado todas as alterações que ocorrerem durante a fase de projeto	<input type="radio"/>				
Desenvolvimento de um Processo de projeto que contribui para a tomada de decisões.	<input type="radio"/>				
Desenvolvimento de geração de quantidades e estimativas de custo de forma precisa	<input type="radio"/>				

13. 13. Em relação aos motivos que na sua opinião dificultariam a adoção do BIM na CPO/UFMS. Classifique os itens abaixo na escala de 1 a 5, sendo 1 motivo que representa pouca dificuldade e 5 motivo que representa muita dificuldade. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Falta de conhecimento BIM	<input type="radio"/>				
Tecnologia muito complexa	<input type="radio"/>				
Necessidade de trabalho colaborativo e em equipe	<input type="radio"/>				
Instabilidade Política	<input type="radio"/>				
Falta de recursos financeiros	<input type="radio"/>				
Tempo elevado para treinamento	<input type="radio"/>				
Dificuldade em adquirir suporte técnico especializado	<input type="radio"/>				
Incompatibilidade entre os programas	<input type="radio"/>				

14. 14. Teria interesse em participar do núcleo de ações para Implantação BIM na CPO/UFMS? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE
CURSO DE Mestrado Profissional em Eficiência Energética e Sustentabilidade

PLANO DE EXECUÇÃO BIM:

PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO NA CPO_UFMS

Volume II

Alberta Cristina de Melo Vasconcelos

2020

CAMPO GRANDE | MS

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE

PLANO DE EXECUÇÃO BIM:

PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO NA CPO_UFMS

Vol. II

ALBERTA CRISTINA DE MELO VASCONCELOS

Trabalho de Conclusão de Curso do Mestrado Profissional em Eficiência Energética e Sustentabilidade pela Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade, na área de concentração Sustentabilidade

Orientadora: Prof. Dra. Mayara Dias de Souza

CAMPO GRANDE

NOVEMBRO / 2020



Plano de Execução do BIM

COORDENADORIA DE PROJETOS, OBRAS E SUSTENTABILIDADE - UFMS

PROJETO PILOTO 01

BLOCO 21 - SETOR 01 –
EDIFÍCIO MULTIUSO 2
FADIR

Data Inicial: JULHO de 2020

V 1.0

R0

Desenvolvido por: ALBERTA CRISTINA DE MELO VASCONCELOS



SUMÁRIO

1	VISÃO GERAL DO PLANO DE EXECUÇÃO BIM.....	4
1.1	<i>Introdução.....</i>	4
1.2	<i>Objetivo.....</i>	6
1.3	<i>Organização do documento</i>	6
1.4	<i>Instruções de uso do documento</i>	7
2	GLOSSÁRIO.....	9
3	INFORMAÇÕES DO PROJETO PILOTO	19
3.1	<i>Informações e definições do projeto piloto</i>	19
3.2	<i>Cronograma das fases do projeto piloto.....</i>	20
3.3	<i>Infraestrutura.....</i>	21
3.3.1	<i>Contatos dos principais profissionais envolvidos no projeto.....</i>	21
3.3.2	<i>Responsáveis pela Gestão do Plano de Execução BIM.....</i>	22
3.3.3	<i>Organograma da CPO – Divisão de Planejamento de obras e reformas (DIPOR)</i>	22
3.3.4	<i>Tecnologia.....</i>	23
4	METAS DO EMPREENDIMENTO, OBJETIVOS E USOS DO BIM.....	25
4.1	<i>Metas do empreendimento</i>	25
4.2	<i>Objetivos e usos do bim</i>	25
4.2.1	<i>Definição dos Usos potenciais do BIM aplicados ao projeto</i>	26
5	PROCESSOS BIM.....	27
5.1	<i>Mapas de processo.....</i>	27
5.1.1	<i>FASE 1: Concepção do Produto.....</i>	29
5.1.2	<i>FASE 2: Definição do Produto.....</i>	31
5.1.3	<i>FASE 3: Identificação e Solução de Interfaces LOD 300</i>	33
5.1.4	<i>FASE 4: Projeto de detalhamento de especialidades LOD 350.....</i>	36
6	PAPÉIS BIM ORGANIZACIONAIS E RESPONSABILIDADE	38
6.1	<i>Papéis.....</i>	38



6.2	<i>Matriz de responsabilidades</i>	41
7	COMUNICAÇÃO E COLABORAÇÃO	42
7.1	<i>Reuniões</i>	42
8	ENTREGAVEIS	43
9	REQUISITOS DE MODELAGEM, PADRÕES E GESTÃO DE MODELOS	48
9.1	<i>Arquivo base</i>	48
9.2	<i>Definição do sistema de medidas e de coordenadas</i>	48
9.3	<i>Premissas para modelagem</i>	49
9.3.1	Tabela Matriz de Modelagem	49
9.3.	Objetos	50
9.3.	Sistema de Classificação	51
9.4	<i>Controle de qualidade da modelagem</i>	51
9.5	<i>Atualizações dos modelos</i>	52
9.6	<i>Padrões da modelagem - nomenclatura</i>	52
	REFERÊNCIAS	53

1 VISÃO GERAL DO PLANO DE EXECUÇÃO BIM

Nesta seção teremos o objetivo de fornecer informações adicionais de visão geral BIM.

Este documento foi desenvolvido com base:

- nos seguintes documentos

VA *BIM Guide* (VA, 2010); *BIM Project Execution Planning Guide* (Pennsylvania State University, 2011); AEC (UK) *BIM Protocol National Standards* (BIM UK Committee, 2012); *Building Information Modeling (BIM) Guidelines* (University of South California, 2012); *Singapore BIM Guide* (Building and Construction Authority, 2013); *Massachusetts Institute of Technology BEP* (MIT, 2014); *BIM Execution Plan BIM for Architects, Engineers and Contractors* (University of Florida, 2018);

- nos seguintes livros

Gerenciamento e coordenação de projetos BIM (LEUSIN, 2018);

1.1 INTRODUÇÃO

Este Plano de Execução BIM é um documento prático de trabalho que determina os elementos que serão administrados e registrados, os métodos e procedimentos que serão utilizados para gerar as informações determinadas pela CPO/UFMS.

Como definido na norma ISO 19650 – parte 2, o PEB possui duas etapas:

- **BEP pré-contrato:** definido na fase de concorrência, indicando os usos e objetivos do BIM e o nível de implementação que será entregue pelos contratados de acordo com os requisitos da organização contratante e;

- **BEP pós contrato:** elaborado com a participação e concordância prévia de todos os agentes envolvidos incluído a organização contratante. Ele deve refletir os procedimentos e definir claramente os entregáveis de acordo com as etapas/ fases definidas no cronograma do projeto.

- SITUAÇÃO 1: Projeto Completo desenvolvido pela CPO/UFMS e envio para a licitação:

1. Agendar reunião que marque o início do projeto, onde devem se fazer presentes os membros da CPO/UFMS das diferentes disciplinas envolvidas no projeto;
2. Estabelecer o plano de execução BIM para organização interna antes da modelagem;
3. Criar modelos de arquitetura e demais modelos pelos profissionais envolvidos no projeto;
4. Integrar os modelos BIM para coordenação e detecção de conflitos;
5. As interferências serão resolvidas interativamente durante as reuniões de coordenação;
6. Depois que todos os conflitos forem resolvidos, os documentos para a licitação poderão ser preparados;

- SITUAÇÃO 2: Projeto desenvolvido pela CPO/UFMS até a etapa de projeto básico e demais etapas e fases licitadas:

1. Agendar reunião que marque o início do projeto, onde devem se fazer presentes os membros da CPO/UFMS das diferentes disciplinas envolvidas no projeto;
2. Estabelecer o plano de execução BIM para organização interna antes da modelagem até a etapa de projeto básico;
3. Criar modelos de arquitetura e demais modelos pelos profissionais envolvidos no projeto;
4. Integrar os modelos BIM para coordenação e detecção de conflitos;
5. As interferências serão resolvidas, até a etapa de projeto básico, interativamente durante as reuniões de coordenação;
6. Depois que todos os conflitos forem resolvidos, desenvolver o BEP pré-contrato e encaminhar o projeto para licitação;



7. Desenvolver o BEP pós contrato após a licitação junto com empresa/profissionais contemplados pela licitação.

1.2 OBJETIVO

O objetivo deste documento é definir um arcabouço que sirva de base para garantir a organização do processo de projeto, definindo papéis, responsabilidades, padrões e procedimentos a serem seguidos, afim de diminuir os erros, retrabalho e redundâncias no fluxo de informações baseada na promoção da integração entre as diversas disciplinas envolvidas no processo de projeto de edificações.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

O documento está organizado em oito (9) seções sendo elas:

Glossário que versa sobre conceitos básicos do BIM auxiliando o leitor a alcançar entendimento inicial e dessa forma ser inserido mais facilmente no processo BIM;

Informações do Projeto que trata da definição das informações básicas de referências e marcos determinados do projeto proporcionando identificar o projeto dentro do total de projetos da organização.

Metas do empreendimento que descreve as metas específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e temporais do projeto relacionadas ao BIM estabelecidas através de planejamento estratégico da organização.

Objetivos e usos do BIM lista os possíveis objetivos do modelo BIM elencados pela equipe de projeto sendo que esses devem estar alinhados com os possíveis usos do BIM que serão necessários para o atendimento dos objetivos. Levando em conta na definição dos objetivos e usos o grau de maturidade BIM da equipe e a relação de custo-benefício analisando e a organização está preparada para alcançar tais objetivos e usos.



Processo BIM define e fornece mapas de processo para a execução do projeto. Para o desenho desses utiliza-se fluxogramas com a notação BPMN de modo a facilitar a compreensão e a localização do projeto nas diferentes fases projetuais. Lembrando que todos os processos (fluxo geral e fluxo para cada tipo de uso do BIM) precisam ter seus fluxogramas desenhados.

Perfis BIM organizacionais que define as funções do Gerente BIM, do Coordenador BIM, do técnico BIM e do Gerente de informações.

Responsabilidades que trata do desenvolvimento da matriz de funções e responsabilidade cuja função é auxiliar no entendimento sobre quem é responsável por quais entregas em qualquer uma das etapas do projeto. Essa matriz deve ser organizada de acordo com as características únicas do projeto.

Entregáveis que aborda sobre o registro dos entregáveis requeridos pela organização. Informações como formato e prazos também devem ser observados além de que as entregas devem estar definidas e especificadas por disciplina e por fase de projeto.

Requisitos do modelo que objetiva orientar a elaboração do modelo BIM a ser executado pela CPO/UFMS.

1.4 INSTRUÇÕES DE USO DO DOCUMENTO

O conteúdo aqui disposto deve ser analisado no início do projeto, e, caso necessário poderá ser desenvolvido um padrão em particular baseado na disposição aqui apresentada. No decorrer do documento foram disponibilizados *tags* na cor vermelha, conforme exemplo: (texto; texto; texto). Esses espaços versam como lembretes e devem ser delatados quando do uso inicial do documento. Como se trata de um instrumento de apoio da gestão da CPO/UFMS, esse pode sofrer alterações durante o projeto quando da necessidade e de atendimento a situações não previstas, sendo essas documentada sob forma de revisões conforme quadro abaixo sendo atualizado na capa de cada PEB sob forma de RXX.



DADOS DO PLANO				
DESENVOLVIDO POR	Alberta Cristina Vasconcelos de Melo			
EMPRESA	UFMS / PROADI / CPO / DIPOS			
DATA	Julho 2020			
OBSERVAÇÕES	Emissão Inicial do Documento			
REVISÕES				
NÚMERO DA REVISÃO	DATA DA REVISÃO	REVISADO POR	EMPRESA	OBSERVAÇÕES
R00	00/00/00	Nome	SIGLA	Relatar as alterações de forma concisa

2 GLOSSÁRIO

Para os estritos efeitos deste Plano de Execução BIM, serão adotadas as seguintes definições:

A

Ambiente Comum de Dados - Uma fonte única de informação que coleta, gerencia e distribui documentos relevantes e aprovados do empreendimento para equipes multidisciplinares em um processo gerenciado. O Ambiente Comum de Dados (CDE) geralmente se baseia em um Sistema de Gerenciamento de Documentos que facilita o compartilhamento de dados / informações entre os Participantes do Empreendimento. As informações dentro de um CDE precisam ter um dos quatro rótulos (ou estar dentro de uma das quatro áreas): Área de trabalho em andamento, Área compartilhada, Área publicada, e Área arquivada. (BIM *Dictionary*, 2020)

Ambiente de Modelagem Federado - Uma fonte de informação única para um ativo usada para coletar, armazenar e permitir o acesso controlado a informações fornecidas no modelo pelas partes utilizadas no ativo. Um ambiente de modelagem federado difere de um ambiente de documentos compartilhados por permitir o isolamento de informações estruturadas do empreendimento de uso do modelo. (BIM *Dictionary*, 2020)

B

BIM - *Building Information Modeling* (BIM) é um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permitem que várias partes interessadas projetem, construam e operem colaborativamente uma instalação no espaço virtual. Como termo, o BIM cresceu tremendamente ao longo dos anos e agora é a 'expressão atual da inovação digital' em toda a indústria AECO. (BIM *Dictionary*, 2020)

BIM Collaboration Format (BCF) - Um esquema usado para trocar informações e pontos de vista do modelo entre indivíduos, independentemente das ferramentas de software utilizadas. Implementado como um formato de arquivo XML (bcfXML) e um serviço da web RESTful API (bcfAPI),

o Open BIM Collaboration Format (BCF) é normalmente utilizado para destacar problemas descobertos durante as revisões de modelo. O esquema permite a troca de comentários e imagens vinculados a componentes de modelo específicos por meio de identificadores globais. (BIM Dictionary, 2020)

C

Clash Detection (Detecção de Conflitos/Interferências) – Um Uso do modelo que representa o uso de Modelos 3D para coordenar diferentes disciplinas (por exemplo, estrutural e mecânica) e para identificar / resolver possíveis conflitos entre elementos virtuais antes da construção ou fabricação real. (BIM Dictionary, 2020)

Common Data Environment (Ambiente Comum de Dados) - Uma fonte única de informação que coleta, gerencia e distribui documentos relevantes e aprovados do empreendimento para equipes multidisciplinares em um processo gerenciado. O Ambiente Comum de Dados (CDE) geralmente se baseia em um Sistema de Gerenciamento de Documentos que facilita o compartilhamento de dados / informações entre os Participantes do Empreendimento. As informações dentro de um CDE precisam ter um dos quatro rótulos (ou estar dentro de uma das quatro áreas): Área de trabalho em andamento, Área compartilhada, Área publicada, e Área arquivada. (BIM Dictionary, 2020)

Componente do modelo - Um elemento virtual que representa um objeto físico. Os componentes do modelo podem ser acionados parametricamente, em 2D ou 3D e podem representar itens abstratos (por exemplo, seta norte). (BIM Dictionary, 2020)



D

Desenho 2D - Um documento digital ou impresso contendo desenhos bidimensionais gerados por um sistema CAD (por exemplo: AutoCAD ou *Draftsight*) ou por um Aplicativo BIM. (BIM Dictionary, 2020)

E

Empreendimento BIM - Um empreendimento de projeto, construção ou operação onde aplicativos BIM são usados como principal meio de desenvolvimento de modelos 3D, desenhos, documentos, simulações e especificações etc. (BIM Dictionary, 2020)

Empreendimento BIM Colaborativo - Um empreendimento BIM multidisciplinar que gira em torno do uso de aplicativos BIM para geração e intercâmbio de modelos criados em objetos, ricos em dados. Um Empreendimento BIM Colaborativo depende da disponibilidade de outras tecnologias habilitadas (por exemplo, Visualizadores de Modelo ou Servidores de Modelo), transferências de trabalho colaborativo, Protocolos de Intercâmbio de Dados e acordos contratuais de uso. Mais importante ainda, o Empreendimento BIM Colaborativo depende da disposição dos Participantes do Empreendimento colaborativo com outros. (BIM Dictionary, 2020)

Entrega Integrada do Projeto (IPD) – A Entrega Integrada do Projeto (IPD) é uma relação contratual com uma abordagem 'mais equitativa' para distribuir riscos e benefícios entre os principais Participantes do Projeto. É baseada em vários princípios-chave, incluindo: risco / recompensa compartilhada, envolvimento precoce dos principais participantes e comunicações abertas. A IPD incentiva o uso de 'tecnologia apropriada', mas não requer necessariamente o uso de BIModels. Observe que o termo IPD mudou de significado ao longo do tempo e algumas publicações BIM notáveis ainda se referem à definição antiga. (BIM Dictionary, 2020)



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. (BIM Dictionary, 2020)

Especificação de Entrega - Um documento que identifica as propriedades dos Entregáveis BIM na conclusão prática de um projeto BIM. Essas propriedades podem incluir Nível de desenvolvimento, metadados a serem incorporados (por exemplo, COBie, desenhos em 2D) a serem enviados etc. (BIM Dictionary, 2020)

F

Fluxo de Trabalho BIM - Um fluxo de trabalho identifica como principais atividades sucessivas a executar, pontos de decisão a tomar e marcos de entrega a alcançar. Um fluxo de trabalho BIM é tipicamente parte dos Processos BIM maiores - voltados a cumprir metas estratégicas e operacionais - e podem incluir diversos procedimentos documentados. Existem dois tipos principais de Fluxos de trabalho BIM: Fluxos de trabalho BIM Internos e Fluxos de trabalho BIM Colaborativos, Entregáveis BIM na conclusão prática de um projeto BIM. Essas propriedades podem incluir Nível de desenvolvimento, metadados a serem incorporados (por exemplo, COBie, desenhos em 2D) a serem enviados. (BIM Dictionary, 2020)

Formato Nativo ou Formato Proprietário – É um arquivo proprietário fechado que não compartilha os dados com outros sistemas, sendo definido como *Closed BIM*. (GONÇALVES Jr, 2018)

Fotogrametria – um uso do modelo BIM representando o processo automático ou semi-automático de geração de modelos 3D através de análises de fotografia e imagem. (BIM Dictionary, 2020)



G

Gerente BIM - Uma pessoa responsável por liderar atividades e tarefas de processo dentro de uma organização dando apoio no desenvolvimento/fornecimento de novos serviços BIM e progresso de eficiência baseada em modelos. (BIM *Dictionary*, 2020)

Gestão de ativos - O Gerenciamento de ativos habilitado para BIM é caracterizado pela vinculação de objetos e espaços virtuais em um modelo a um banco de dados externo com o objetivo de operar e manter uma instalação ou um portfólio de instalações. (BIM *Dictionary*, 2020)

H

Hardware - Computadores, equipamentos e periféricos usados com o objetivo de gerar componente de modelo específico Modelos BIM específicos e Usos do Modelo. Portanto, o Hardware BIM refere-se a laptops, tablets, desktops, Escaneadores 3D a laser, câmeras, impressoras 2D / 3D e outros equipamentos necessários para gerar entregáveis. (BIM *Dictionary*, 2020)

I

Industry Foundation Classes (IFC) – O IFC refere-se a um esquema (neutro / aberto) e um 'formato de arquivo BIM' que não é fornecido pela *buildingSMART*. A maioria dos aplicativos BIM suporta importação e exportação de arquivos IFC (veja também a ISO 16739) (BIM *Dictionary*, 2020)

Interoperabilidade – A capacidade de diversos sistemas (e organizações) de trabalharem juntos sem problemas, sem perda de dados e sem um esforço especial. Interoperabilidade pode se referir a sistemas, processos, formatos de arquivo etc. Interoperabilidade não é sinônimo de



abertura. Por exemplo, os formatos de arquivos interoperáveis podem ser fechados pelo proprietário (por exemplo, RVT), abertos pelo proprietário (por exemplo DWF) e não proprietários (por exemplo IFC) (BIM *Dictionary*, 2020)

Impressão 3D - Uma técnica de fabricação em pequena escala que transforma um elemento tridimensional virtual (modelo CAD ou BIM em um objeto físico. A impressão 3D é um processo de fabricação 'aditivo', pelo qual as 'impressoras' constroem o produto físico 'camada sobre camada' usando um solidificador especial processo de fabricação líquido ou "subtrativo", pelo qual a forma impressa é extraída de uma massa sólida. (BIM *Dictionary*, 2020)

Implementação BIM - A implementação do BIM refere-se ao conjunto de atividades realizadas por uma unidade organizacional para preparar, implantar ou melhorar suas entregas (produtos) e seus fluxos de trabalho relacionados (processos). A implementação do BIM é composta por três fases: Prontidão do BIM, Capacidade BIM e maturidade BIM.

L

Level of Development (Nível de Desenvolvimento) - Uma métrica BIM para identificar quais informações incluir em um modelo durante o processo de design e construção (consulte também Especificações de progressão do modelo). Observe que a abreviação de LOD refere-se a vários termos, definições e sistemas de numeração, mesmo dentro do mesmo país

M

Maturidade BIM - Maturidade BIM é uma melhoria gradual e contínua da qualidade, repetibilidade e previsibilidade dentro da, repetibilidade e previsibilidade dentro dos disponíveis. A maturidade BIM é a terceira fase e é expressa como s (ou marcos de melhoria de desempenho) que organizações, equipes e mercados inteiros aspiram a Capacitação BIM disponível. O BIM de maturidade é uma terceira fase da Implementação



BIM e é expresso como Níveis de maturidade BIM (ou marcos de melhoria de desempenho) para as seguintes tarefas, equipes e mercados aspirados. (BIM Dictionary, 2020)

Modelagem da Informação da Construção (BIM) - É um conjunto de tecnologias, processos e políticas que envolve os interessados em um empreendimento de colaboração colaborativa projetar, construir e operar uma construção no espaço virtual. (BIM Dictionary, 2019)

Modelagem 3D - O uso de ferramentas de software para gerar geometrias tridimensionais como superfícies ou sólidos (por exemplo, *Trimble SketchUp*) ou extensões não paramétricas. (BIM Dictionary, 2020)

Modelo As-Built – É o modelo 3D que representa a aparência, condição, estrutura ou função real de uma instalação construída ou produto fabricado. (BIM Dictionary, 2020)

Modelo Federado – Um modelo BIM que vincula (não mescla) vários modelos mono-disciplinares. Ao contrário dos Modelos Integrados, os Modelos Federados não mesclam as propriedades de modelos individuais em um único banco de dados. (BIM Dictionary, 2020)

Modelo Integrado - Um modelo BIM que agrega vários modelos de diversas disciplinas em um só. No contraste do Modelo Federado, um Modelo Integrado combina todas as propriedades dos modelos individuais em uma única base de dados. Modelos integrados podem ser de vários tipos: Modelo de design, Modelo de construção, Modelo de Operações ou um Modelo de Ciclo de Vida do Projeto Completo. (BIM Dictionary, 2020)

Modelo de Informação de Construção (Modelo BIM) - É um modelo digital 3D baseado em objetos, rico em dados criados por um computador. (BIM Dictionary, 2020)

Modelo de Operação - O Modelo de Operação é um modelo 3D baseado em objeto gerado pelos propósitos do Gerenciamento e Manutenção de Instalações. (BIM Dictionary, 2020)



Modelo Mestre - O principal modelo federado ou modelo integrado atuando como referência para outros modelos. (BIM *Dictionary*, 2020)

N

Nível de Desenvolvimento (LOD) - Uma métrica BIM para identificar quais informações incluir em um modelo durante o processo de design e construção (consulte também Especificações de progressão do modelo). Observe que a abreviação de LOD refere-se a vários termos, definições e sistemas de numeração, mesmo dentro do mesmo país. (BIM *Dictionary*, 2020)

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. Como nuvens de pontos podem ser transformadas em malhas, superfícies e até objetos 3D usando ferramentas usadas. Os arquivos de Nuvem de Pontos podem ser importados na maioria dos Aplicativos BIM para gerar Modelos *As-Built* ou partes do modelo

O

Open BIM - O termo refere-se genericamente ao processo de troca de modelos BIM não proprietários e outros dados. Como marca comercial, o Open BIM é uma abordagem universal para o projeto colaborativo, realização e operação de edifícios com base em padrões abertos e fluxos de trabalho. O Open BIM é uma iniciativa do *buildingSMART* e de vários fornecedores líderes de software que usam o modelo de construção aberto *SMART Data Model*. (BIM *Dictionary*, 2020)

P

Padrões de Modelagem - As normas acordadas de entrega de um modelo BIM de acordo com os Níveis de Desenvolvimento definidos, Sistemas de Classificação, Protocolo de Nomenclatura ou similares. (BIM *Dictionary*, 2020)



R

Realidade Aumentada (RA) - Uma experiência interativa de um ambiente do mundo real, onde os objetos que ocupam o mundo real são adicionados a informações perceptivas geradas pelo computador. A Realidade Aumentada (RA) traz elementos do mundo digital para a percepção do mundo real de uma pessoa, não como uma exibição simples de dados, mas através da integração de sensações imersivas, de forma que sejam percebidas como partes naturais de um ambiente. (BIM *Dictionary*, 2020)

Realidade Mista (RM) - O termo combina Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA). Enquanto a experiência em RV permite que os usuários afetem completamente o ambiente digital, desvinculado do mundo físico, o RA exibe o conteúdo digital junto com o mundo físico e o RM permite que o conteúdo digital interaja com o mundo físico. (BIM *Dictionary*, 2020)

Realidade Virtual (RV) - Uma experiência interativa gerada por computador, que ocorre em um ambiente simulado. A Realidade Virtual (RV) permite que os usuários adentrem em um ambiente digital que esteja completamente desconectado do mundo real. (BIM *Dictionary*, 2020)

S

Scanner a laser 3D - Uma unidade fixa ou móvel que gera nuvens de pontos usando as tecnologias LIDAR (Light Detection And Ranging) (BIM *Dictionary*, 2020)

Sistema de classificação - Uma distribuição de classes ou categorias criadas de acordo com uma relação comum. Na construção, existem vários sistemas de classificação que abrangem elementos, espaços, disciplinas, materiais, entre outros (OmniClass é um exemplo de sistema de classificação amplamente utilizado). (BIM *Dictionary*, 2020)



Software - Instrumentos no modo de produção de um modelo 3D com conteúdo informativo, com base em parâmetros. (BIM *Dictionary*, 2020)

T

Template (gabarito) – Arquivo que contém as diretrizes para o desenvolvimento de um objeto BIM de determinado tipo, ou de todos os objetos prováveis para determinado gênero de projeto. São arquivos proprietários, que seguem regras de seu fornecedor. (LEUSIN, 2018)

U

Uso do modelo - As Entregas do projeto pretendidas ou esperadas, desde a geração, colaboração e vinculação de modelos a bancos de dados externos. Um Uso de Modelo representa as interações entre um Usuário e um sistema de Modelagem para gerar Entregas baseadas em Modelo. Existem dezenas de usos de modelo, incluindo detecção de confrontos, estimativa de custos e gerenciamento de espaço. (BIM *Dictionary*, 2020)

V

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 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. (BIM *Dictionary*, 2020)

3 INFORMAÇÕES DO PROJETO PILOTO

(Definição das informações básicas de referências e marcos determinados do projeto)

Este plano de projeto foi desenvolvido pela COORDENADORIA DE PROJETOS, OBRAS E SUSTENTABILIDADE (CPO/UFMS) e o aceite das informações contidas aqui, no que diz respeito ao gerenciamento deste projeto, autoriza o início das atividades para o desenvolvimento do projeto **Bloco 21 - Setor 01 - Edifício Multiuso 2 / FADIR**.

3.1 INFORMAÇÕES E DEFINIÇÕES DO PROJETO PILOTO

- a) Nome do empreendimento: Bloco 21 - Setor 01 - Edifício Multiuso 2 / FADIR
- b) Proprietário: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – CPO
- c) CNPJ:
- d) Representante legal:
- e) Localização e endereço do projeto: Cidade Universitária da UFMS, em Campo Grande MS.
- f) Identificação do projeto: FADIR
- g) Breve descrição do projeto: O projeto piloto trata-se de um edifício modelo, Bloco 21, Setor 01 (Multiuso 2) com aproximadamente três mil, duzentos e trinta e um metros quadrados. Possui Térreo + dois (2) pavimentos e a Cobertura. Estarão disponíveis para as equipes de projeto da CPO/UFMS os projetos de todas as especialidades: arquitetura, estrutura, hidráulica, elétrica e demais disciplinas que se façam necessário.
- h) Área do terreno:
- i) Área construída: 3.231,10 m²

- j) Valor do contrato: R\$ 6.853.474,85 - (Seis milhões, oitocentos e cinquenta e três mil, quatrocentos e setenta e quatro reais e oitenta e cinco centavos).
- k) Tipo de contratação prevista para a execução da obra: **Inserir**
- l) Início do projeto piloto: Após as etapas de: Treinamento e Aquisição de softwares e equipamentos
- m) Previsão para início da construção: O edifício já se encontra em construção

3.2 CRONOGRAMA DAS FASES DO PROJETO PILOTO

(Eliminar as etapas que não façam parte do escopo e inserir alguma que não esteja listada; elaborar o cronograma após a definição de todos os envolvidos no projeto)

	FASE	ETAPA	ABREV.	DATA DE INÍCIO (Estimativa)	DATA DE TÉRMINO (Estimativa)
01	Concepção do produto	Levantamento de dados para arquitetura	LDA	00/00/0000	00/00/0000
		Programa de necessidades para arquitetura	PN	00/00/0000	00/00/0000
		Estudo de viabilidade físico-financeira	EV	00/00/0000	00/00/0000
02	Definição do produto	Projeto Preliminar	EP	00/00/0000	00/00/0000
03	Identificação e solução de interfaces	Anteprojeto	AP	00/00/0000	00/00/0000
		Projeto legal	PL	00/00/0000	00/00/0000
		Projeto básico	PB	00/00/0000	00/00/0000
04	Projeto de detalhamento de especialidades	Projeto Executivo	PE	00/00/0000	00/00/0000

3.3 INFRAESTRUTURA

3.3.1 Contatos dos principais profissionais envolvidos no projeto

Contamos com os seguintes profissionais e/ou empresas: (Inserir todos os principais contatos dos profissionais referentes ao uso BIM do projeto e eliminar da tabela abaixo os que não façam parte, estabelecendo a relação entre a participação do profissional no projeto e a fase projetual. É importante diferenciar claramente os contatos - arquitetos, engenheiros etc., se houver diferença)

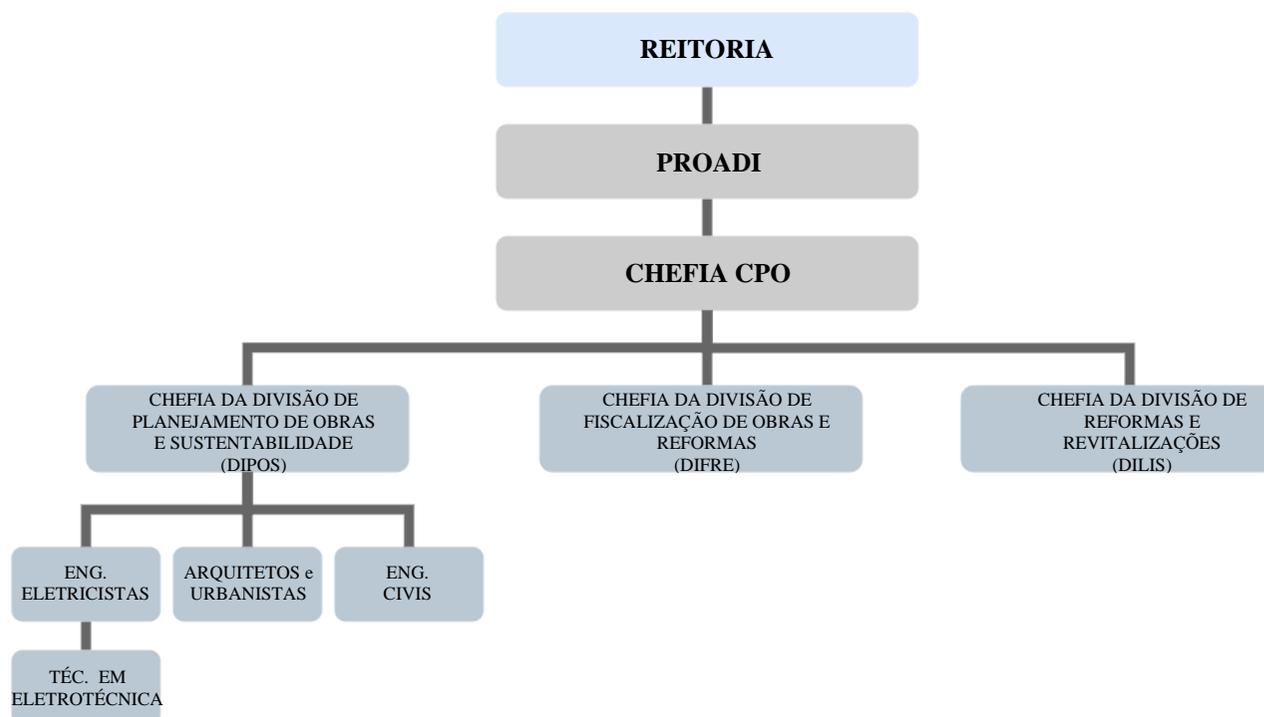
FUNÇÃO	FASES EM QUE PARTICIPA								EMAIL	NOME DO CONTATO	TELEFONE
	LDA	PN	EV	EP	AP	PL	PB	PE			
Proprietário 01	x	x	x	x	x	x	x	x		Chefia CPO	(xx)xxxxx-xxxx
Proprietário 02		x		x				x		Chefia Unidade solicitante	(xx)xxxxx-xxxx
Coordenador do projeto	x	x	x	x	x	x	x	x	xxxxxxxxxxx@email.com	Chefia DIPOS	(xx)xxxxx-xxxx
Gerente BIM	x	x	x	x	x	x	x	x		Gerente BIM	
Projetista de Arquitetura	x	x	x	x	x	x	x	x		Arquiteto	
Projetista de Estrutura			x	x	x	x	x	x		Engenheiro civil	
Projetista de Inst. hidráulicas			x	x	x	x	x	x		Engenheiro civil	
Projetista de Inst. elétricas			x	x	x	x	x	x		Engenheiro civil	
Projetista de Inst. mecânicas			x	x	x	x	x	x		Engenheiro mecânico	
Orçamentista			x	x	x	x	x	x		Engenheiro civil	
Topógrafo			x							Topógrafo	
Acrescentar demais disciplinas									Email Demais disciplinas	Nome Demais disciplinas	Telefone Demais disciplinas

3.3.2 Responsáveis pela Gestão do Plano de Execução BIM

Este documento é de propriedade dos gestores BIM, sendo esses os responsáveis pela sua atualização e/ou modificação.

RESPONSÁVEIS	ABREV.	EMPRESA	EMAIL	TELEFONE
CHEFIA CPO	GB01	CPO	xxxxxxxxxxx@email.com	(xx)xxxxx-xxxx
CHEFIA DIPOS	GB02	CPO	xxxxxxxxxxx@email.com	(xx)xxxxx-xxxx
GESTOR BIM EXTERNO	GB03	SIGLA	xxxxxxxxxxx@email.com	(xx)xxxxx-xxxx

3.3.3 Organograma da CPO – Divisão de Planejamento de obras e reformas (DIPOS/CPO/UFMS)



3.3.4 Tecnologia

(Inserir todas as disciplinas a serem utilizadas no desenvolvimento do projeto, os softwares e versões utilizadas, e como serão os formatos dos arquivos de entrada - recebimento e os arquivos de saída – enviados; Inserir na tabela para que todos os participantes do projeto entendam qual software os outros membros estão usando para evitar problemas de interoperabilidade. A versão do software também deve ser considerada, pois as diferentes versões do mesmo software BIM podem ser incompatíveis)

No desenvolvimento do projeto foram definidos inicialmente da utilização desses softwares e suas respectivas versões, além dos formatos de entrada e saída, sendo que esses formatos deverão ser preenchidos de acordo com o item 8 – Entregáveis desse documento.

Após essas definições iniciais, a alteração ou atualização dessa relação de softwares bem como das versões deverá ser realizada em comum acordo para todas as disciplinas e envolvidos, na tentativa de evitar problemas de interoperabilidade.

USO	DISCIPLINAS	SOFTWARE	VERSÃO	ARQUIVO ENTRADA	ARQUIVO SAIDA
VISUALIZAÇÃO DE PROJETOS TOPOGRÁFICOS E DOS PROJETOS JÁ ELABORADOS	TODAS	AutoCAD	2019	DWG	DWG
DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS	TODAS	Autodesk Revit	2020	IFC, RVT	IFC, RVT, NWC
REPOSITÓRIO DOS MODELOS E ARQUIVOS (CDE) Comunicação/Colaboração	TODAS	BIM 360	-	-	-
COORDENAÇÃO 3D Compatibilização e Detecção de interferências	TODAS	Autodesk Navisworks	2020	IFC, NWC	IFC, NWC
REVISÃO DE MODELOS	TODAS	Autodesk Navisworks;	2020	IFC, NWC	IFC, NWC
		BIMCollab Zoom	3.2	IFC	IFC
BCF Análise e Comentário	TODAS	BIMCollab Zoom	3.2	IFC	IFC
CÁLCULO ESTRUTURAL	Estrutura	EBERICK - AltoQI	2019	IFC, Nativo, RVT	IFC, Nativo, RVT
CÁLCULO HIDRÁULICA	Hidráulica	QI Builder - AltoQI	2019	IFC, Nativo, RVT	IFC, Nativo, RVT
CÁLCULO ELÉTRICA	Elétrica	QI Builder - AltoQI	2019	IFC, Nativo, RVT	IFC, Nativo, RVT



ORÇAMENTO	TODAS	OrçaFascio e OrçaBIM	-	-	-
DOCUMENTAÇÃO	TODAS	Office	Versão já existente	-	-
COMUNICAÇÃO Comentários e Chats	TODAS	Slack/Telegram	-	-	-
COMUNICAÇÃO Reuniões virtuais	TODAS	Google Meet	-	-	-
GERENCIAMENTO DO PROJETO	TODAS	Trello	-	-	-

4 METAS DO EMPREENDIMENTO, OBJETIVOS E USOS DO BIM

4.1 METAS DO EMPREENDIMENTO

(Descrever as metas do projeto relacionadas ao BIM - Aplicar a ferramenta de metas SMART, no caso sejam metas: específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e temporais.)

PRIORIDADE (Alta, Média, Baixa)	DESCRIÇÃO DA META	INDICADOR	META
ALTA	Minimizar a geração de Resíduos da Construção Civil	Erros no projeto	30%
ALTA	Melhorar a comunicação e cooperação entre os participantes do projeto	Número de revisões de projeto	30%

4.2 OBJETIVOS E USOS DO BIM

(Inserir possíveis objetivos do modelo BIM elencados pela equipe de projeto e os possíveis usos do BIM que serão necessários para seu atendimento)

A aplicação da Modelagem da Informação da Construção (BIM) neste projeto deverá atender aos seguintes objetivos e usos definidos listados abaixo. Como este BEP trata da fase de pré-construção os itens relativos à fase de planejamento e projeto foram definidos como sendo necessários para o modelo BIM. Lembrando que tantos os objetivos quanto os usos poderão ser revistos e personalizados de acordo com cada projeto e do atendimento a(s) fase(s) de ciclo de vida em específico.

PRIORIDADE (Alta, Média, Baixa)	DESCRIÇÃO DA META	INDICADOR	META	USOS BIM PRETENDIDOS
ALTA	Minimizar a geração de Resíduos da Construção Civil	Erros no projeto	30%	Coordenação 3D
				Estimativa de custos
				Revisão do projeto
ALTA	Melhorar a comunicação e cooperação entre os participantes do projeto	Número de revisões de projeto	30%	Coordenação 3D
				Autoria de projeto
				Revisão do projeto

4.2.1 Definição dos Usos potenciais do BIM aplicados ao projeto

Autoria de projeto: Um processo no qual o software 3D é usado para desenvolver um modelo de informações da construção com base em critérios importantes para a tradução do *design* da construção. As ferramentas de autoria criam modelos enquanto as ferramentas de auditoria e análise estudam ou aumentam a riqueza de informações em um modelo. A maioria das ferramentas de auditoria e análise pode ser usada para revisão de projeto e análise de engenharia. As ferramentas de criação de *design* são o primeiro passo para o BIM e a chave é conectar o modelo 3D a um poderoso banco de dados de propriedades.

Coordenação de Projetos A coordenação dos projetos de uma edificação compreende uma visão ampla, que busca explicitar as atividades relacionadas que serão desenvolvidas em cada uma das etapas da produção. O uso do BIM na coordenação objetiva melhorar a comunicação entre a equipe de projeto. O processo de compatibilização de projetos, deve ocorrer durante seu desenvolvimento e ter como objetivo a entrega de projetos liberados para a obra sem interferências para a execução. No processo do BIM Colaborativo a checagem de interferências entre os projetos e elaboração de relatório serão previstos em cronograma.

Estimativa de Custo: Esse uso BIM pode ser usado na geração precisa de quantidades e estimativas de custo de forma mais rápida auxiliando no processo de tomada de decisões ao longo do ciclo de vida de um projeto reduzindo excessos de orçamento e minimizando o tempo requerido.

Revisão do Projeto: Tal uso proporciona visualização rápida de diferentes alternativas em tempo real para ser validada pela equipe, melhorando a comunicação através da obtenção de feedbacks instantâneos sobre o andamento do projeto.

5 PROCESSOS BIM

5.1 MAPAS DE PROCESSO

(Definir e fornecer mapas de processo de execução do projeto)

Consta neste documento os mapas de processos para cada uma das etapas de projeto previstas pela segunda fase da “NBR 16636-2:2017 Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto Arquitetônico”.

O mapa de processos deste documento está dividido em cinco (04) fases e oito (08) etapas sendo pois:

Fase 01: Concepção do Produto: Etapa 1: Levantamento de dados para arquitetura; Etapa 2: Programa de necessidades para arquitetura; Etapa 3: Estudo de viabilidade;

Fase 02: Definição do Produto: Etapa 4: Estudo Preliminar arquitetônico / Estudo preliminar complementares;

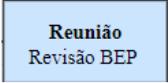
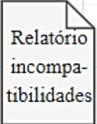
Fase 03: Identificação e Solução de Interfaces: Etapa 5: Anteprojeto arquitetônico e complementares / Etapa 6 e 7: Projeto legal; Projeto básico;

Fase 04: Projeto de detalhamento de especialidades: Etapa 8: Projeto executivo arquitetônico e complementares;

Abaixo tem-se a tabela com os usos do BIM pretendidos e sua participação ao longo das etapas do projeto.

DESCRIÇÃO DA META	USOS BIM PRETENDIDOS	ETAPAS EM QUE PARTICIPA							
		LDA	PN	EV	EP	AP	PL	PB	PE
Minimizar a geração de Resíduos da Construção Civil em 30%	Coordenação 3D				x	x	x	x	x
	Estimativa de custos		x	x	x	x	x	x	x
Melhorar a comunicação e cooperação entre os participantes do projeto	Coordenação 3D			x	x	x	x	x	x
	Autoria de projeto	x	x	x	x	x	x	x	x
	Revisão do projeto		x	x	x	x	x	x	x

Para o desenvolvimento dos mapas de processo utilizou-se a *Business Process Modeling Notation*¹ (BPMN), cuja legenda dos símbolos é apresentada abaixo:

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	INÍCIO		ETAPA ANTERIOR
	ATIVIDADE		FINAL
	SEQUÊNCIA		DOCUMENTOS
	ASSOCIAÇÃO AO FLUXO		
	DIVERGÊNCIA		PRÓXIMA FASE/ETAPA

Para os níveis de desenvolvimento (ND) serão adotados como padrão as definições de *Level of Development* (LOD) e seus usos autorizados conforme propostos pelo BIM FORUM associados as fases de projeto.

¹ BPMN é a notação que se aplica nas técnicas, ou seja, uma representação gráfica que serve para modelar o fluxo dos processos.

5.1.1 FASE 1: Concepção do Produto

A Fase de **Concepção do Produto tem-se as:** **Etapa 1:** Levantamento de dados para arquitetura; **Etapa 2:** Programa de necessidades para arquitetura; **Etapa 3:** Estudo de Viabilidade

- **Levantamento de dados para arquitetura e Programa de necessidades para arquitetura**

A concepção de produto tem como premissa o Levantamento de Dados (LDA) com intuito de responder: O que? Por que? Quem? Como? Onde? Quando? Quanto? Nessa fase de projeto deve-se estruturar também o Programa de Necessidades (PN) com base nas expectativas e premissas do solicitante estas associadas e coordenadas com as informações do Levantamento de Dados (LV), servirão de base para verificar a viabilidade do produto proposto, e suas restrições e exigências legais. De posse do PN e LV, iniciará o desenvolvimento de um esboço a fim de contribuir com a análise de viabilidade, finalizando com a apresentação do estudo de massa. (FIEMG, 2020)

- **Estudo de Viabilidade**

O principal uso do BIM a ser aplicado nesta fase diz respeito à elaboração e coordenação de um modelo 3D de massas contendo as informações legais e dimensionais de terreno, requisitos de projeto, e tem como produto um estudo de massas consolidado. Esse estudo refere-se a um modelo 3D de arquitetura. (ASBEA, 2015)

- **O LOD predominante na Fase 01: LOD 100**

Nessa fase, o nível de desenvolvimento do modelo ainda é baixo, normalmente considerando volumetria, definição de áreas, vazios. No entanto, quantitativos básicos relativos à fase de projeto já podem ser extraídos desse modelo. (ASBEA, 2015)

O LOD 100 é representado graficamente no modelo com um símbolo ou outra representação genérica.

5.1.2 FASE 2: Definição do Produto

A Fase 2 denominada **Definição do Produto** é composta pelas etapas:

Etapa 4: Estudo Preliminar arquitetônico e dos complementares

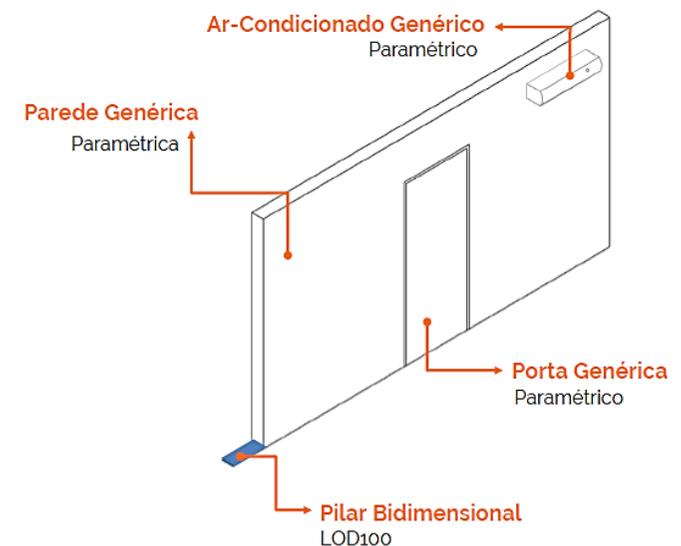
- **Estudo Preliminar arquitetônico**

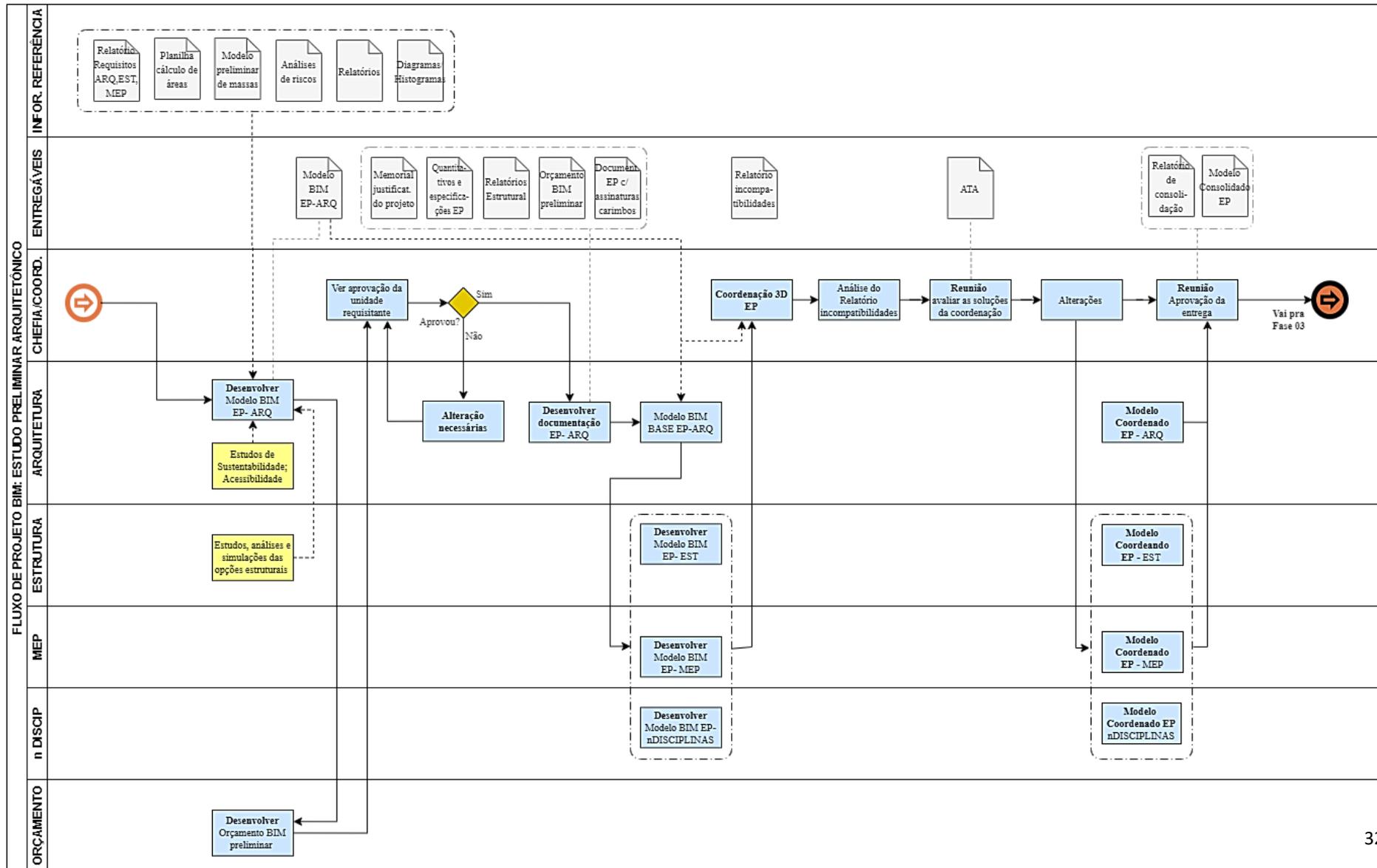
O principal uso do BIM a ser aplicado nessa fase diz respeito à elaboração e coordenação de um modelo 3D consolidado e compatibilizado nos níveis de desenvolvimento estabelecidos no Plano de Execução BIM, contendo as informações de estrutura (infra e superestrutura) e grandes necessidades de instalações já modeladas, bem como a análise da coordenação e compatibilização e consolidação desses modelos. (ASBEA, 2015)

- **O LOD predominante na Fase 02: LOD 200**

Nessa fase o nível de desenvolvimento do modelo adquire uma maturidade um pouco maior que a fase anterior, e o produto é um modelo tridimensional consolidado nos níveis de desenvolvimento estabelecidos. Quantitativos básicos relativos à fase de projeto já podem ser extraídos desse modelo e utilizados pela equipe de orçamento. (ASBEA, 2015)

O LOD 200 é representado graficamente dentro do modelo como um sistema, objeto ou montagem genérico com quantidades, tamanho, forma, localização e orientação aproximados.





5.1.3 FASE 3: Identificação e Solução de Interfaces LOD 300

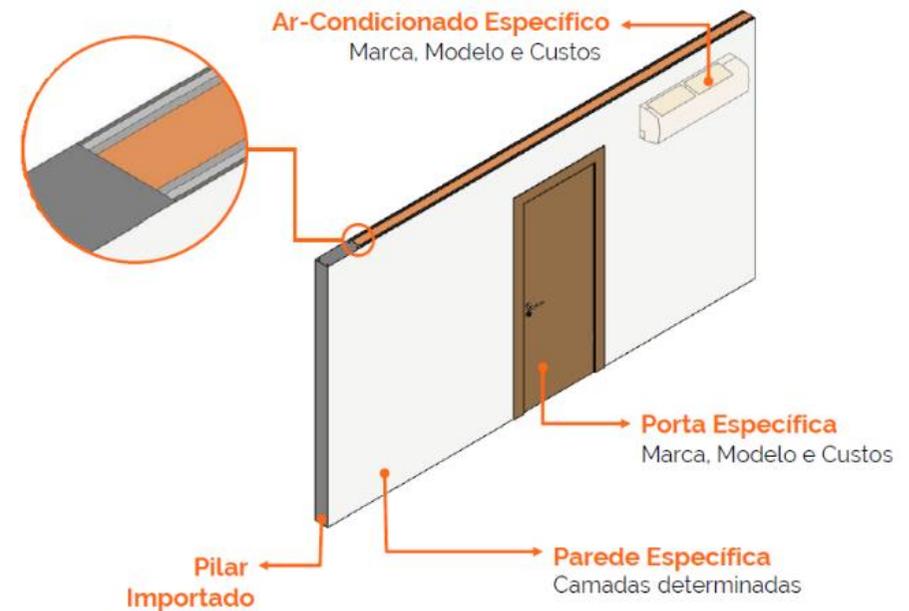
A Fase de **Identificação e Solução de Interfaces** é composta pelas etapas:

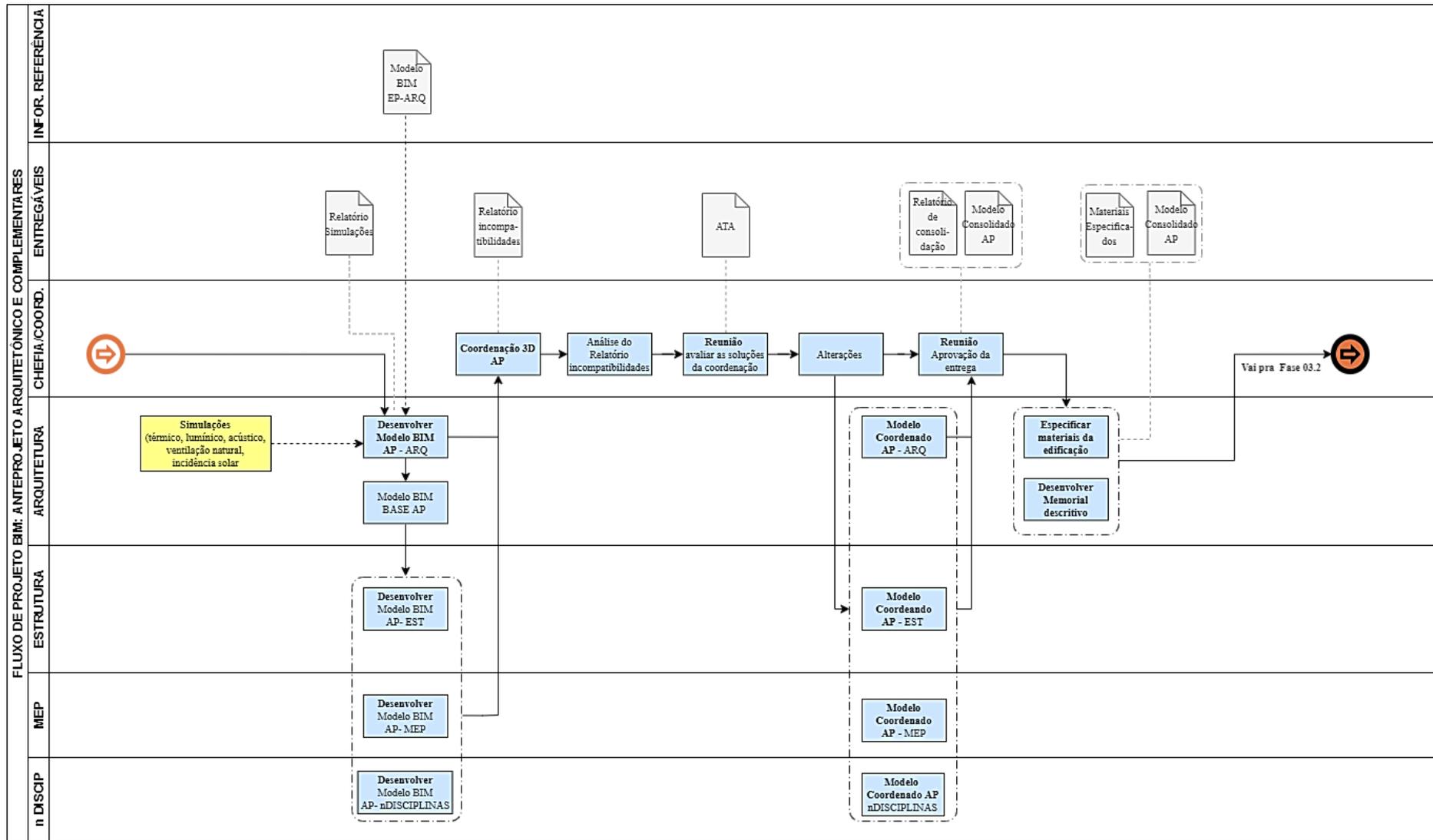
Etapa 5: Anteprojeto arquitetônico e complementares;

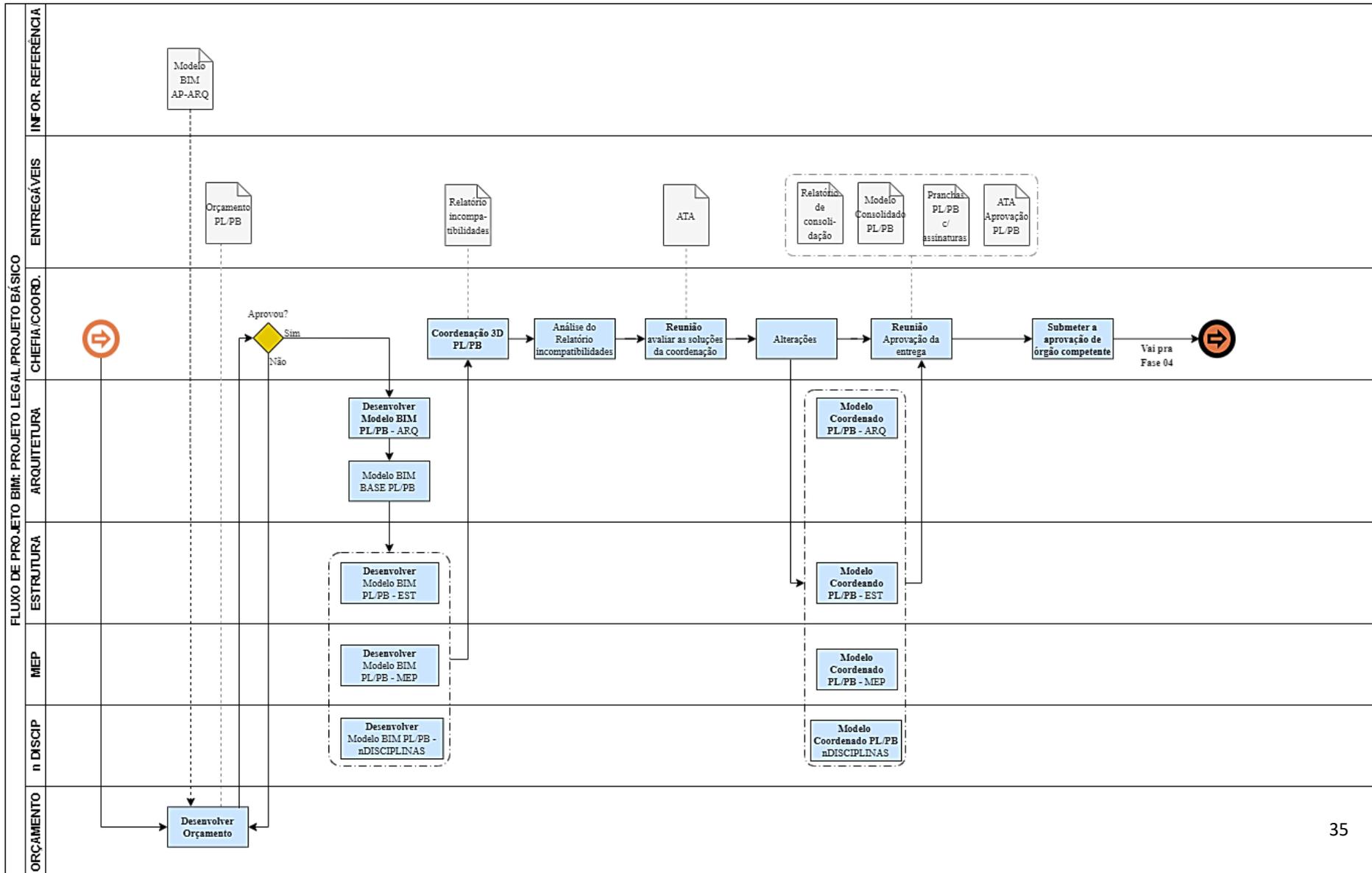
Etapa 6: Projeto legal / Projeto básico

- O LOD predominante na Fase 03: **LOD 300**

O LOD 300 é representado graficamente dentro do modelo como um sistema, objeto ou montagem específico em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação.







5.1.4 FASE 4: Projeto de detalhamento de especialidades LOD 350

A Fase 04 denominada de Projeto de detalhamento de especialidades:

Etapa 7: Projeto executivo arquitetônico e complementares

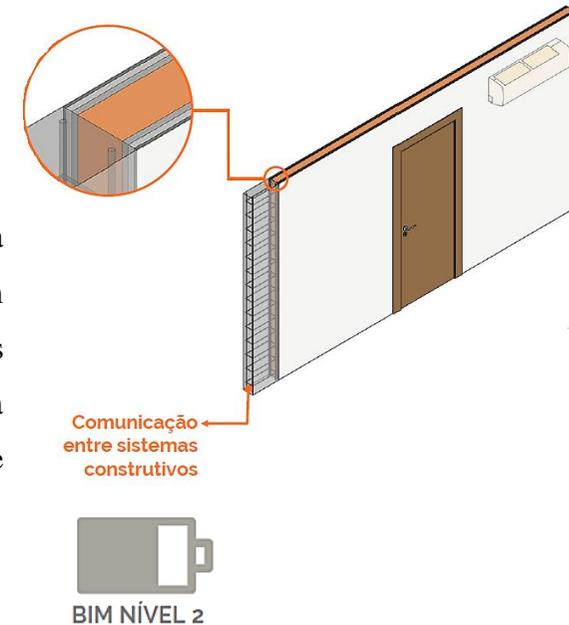
- **Projeto executivo arquitetônico e complementares**

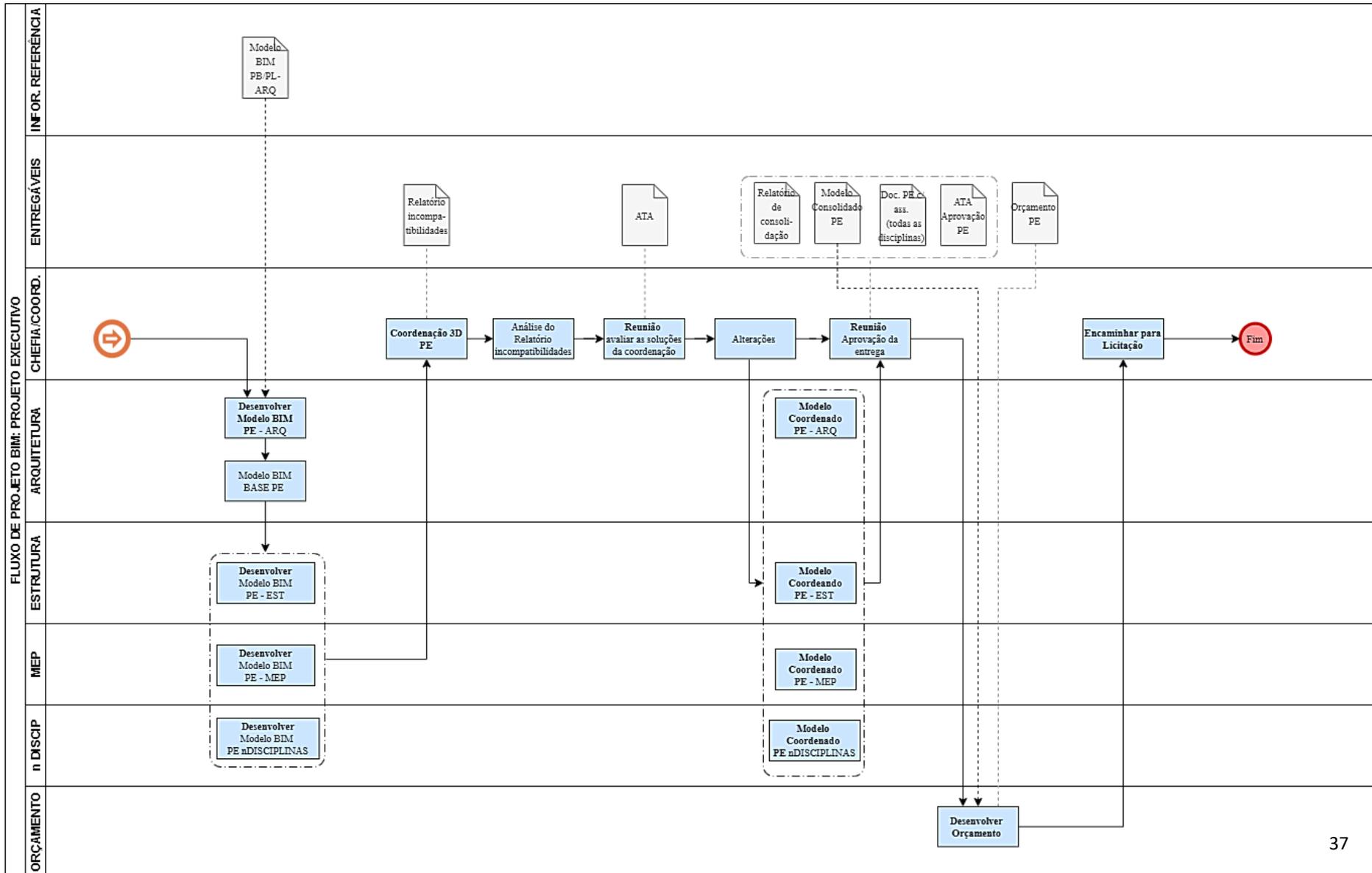
Essa é a última fase do processo. O principal uso do BIM a ser aplicado nessa fase diz respeito à elaboração e coordenação de um modelo 3D consolidado, compatibilizado e liberado para a obra em nível de detalhamento suficiente conforme pactuado previamente, contendo todas as informações necessárias para a construção da obra e extração de quantitativos finais de orçamento. Durante essa fase, o modelo de arquitetura é retroalimentado com os demais modelos de estrutura e instalações de forma a se chegar à liberação final do modelo para a execução em obra. (ASBEA, 2015)

- **O LOD predominante na Fase 04: LOD 350**

Nessa fase o nível de desenvolvimento do modelo adquire a maturidade acordada para a fase de projeto, podendo ser extraído dele quaisquer documentos necessários para a boa execução da obra. Os quantitativos a serem extraídos desse modelo podem consolidar o orçamento final da fase de projeto, bem como o planejamento da obra. (ASBEA, 2015)

O LOD 350 é representado graficamente dentro do Modelo como um sistema, objeto ou montagem específico em termos de quantidade, tamanho, forma, orientação e interface com outros sistemas de construção





6 PAPÉIS BIM ORGANIZACIONAIS E RESPONSABILIDADE

6.1 PAPÉIS

De acordo com Kassem e Ouahrani (2018) e as funções do Gerente BIM, do Coordenador BIM, do especialista BIM são as de:

- **Gerente BIM (GB)**
 - Guiar a empresa na melhoria do processo de implementação BIM;
 - Especificar objetivos BIM;
 - Gerir a resistência a mudanças;
 - Ajudar no desenvolvimento do negócio;
 - Desenvolver e manter processos e protocolos BIM;
 - Entender as implicações legais do BIM;
 - Realizar o controle de qualidade da produção de modelos e desenhos
 - Planejar e desenvolver os formatos de troca de informações
 - Gerir a produção e entrega de projetos BIM
 - Realizar a detecção de interferência e registro de informação
 - Especificação de ferramentas BIM
 - Administrar o compartilhamento e publicação de documentos e modelos
 - Coordenação dos contratados e subcontratados BIM
 - Prover soluções inovadoras para manutenção de liderança e vanguardismo



- **Coordenador BIM (CB)**

- Especifica os objetivos BIM
- Desenvolve e mantém protocolos e processos BIM
- Aplica o controle de qualidade da produção do modelo e desenhos
- Configura a saída de informações do projeto
- Verifica os diferentes aspectos dos modelos quanto a consistência
- Gerencia a produção e as entregas de projetos BIM
- Modelagem e sincronização das informações e a federação dos modelos
- Certifica a infraestrutura de hardware e software locados apropriadamente
- Administrar o compartilhamento e publicação de documentos e modelos
- Desenvolver soluções inovadoras utilizando o BIM para otimizar resultados
- Fornece mentoria na aplicação de softwares BIM para a equipe

- **Especialista BIM (EB)**

- Desenvolver e manter procedimentos e protocolos BIM
- Preparação e coordenação da criação dos modelos 3D e desenhos técnicos na área que é especialista
 - Realizar detecção de interferências e registro de dados
- Modelagem e sincronização de dados/federação de modelos
 - Compatibilizar projetos;



- **Modelador BIM (MB)**

Conforme Barison e Santos (2010) as funções do modelador BIM são as de:

- Criar a geometria de modelos BIM e trabalhar em equipes para o desenvolvimento de diferentes partes do modelo.
- Inserir informações sobre o processo e os recursos necessários para a construção.
- Operar ao menos um software BIM em nível intermediário;
- Compreender interoperabilidade;
- Possuir noções de construção civil, a ponto de seguir o Caderno de Encargos para nortear sua modelagem;
- Auxiliar a modelagem de projetos e de seus componentes (como famílias);
- Produzir objetos BIM conforme solicitação
- Ter acesso à Tabela de Matriz de Modelagem, Livro de estilos e Caderno de Encargos.

6.2 MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

A matriz de funções e responsabilidade ajuda a entender quem é responsável por quais entregas em qualquer uma das etapas do projeto. Essa matriz deve ser organizada de acordo com as características únicas do projeto. Dessa maneira, podemos estabelecer a seguinte tabela de responsabilidades:

OBJETIVOS	USO DO BIM	ETAPAS DE PROJETO								GB	CB	EB	MB
		LDA	PN	EV	EP	AP	PL	PB	PE				
Melhorar o processo de desenvolvimento de projeto contribuindo para a tomada de decisões.	Autoria de Projeto									C	A	R	C
Melhorar a comunicação e cooperação entre os participantes do projeto para alcançar metas de sustentabilidade.	Coordenação 3D									C	A	R	I
Reduzir e eliminar erros de projeto através da detecção de conflitos.										C	A	R	C
Melhorar a geração de quantidades e estimativas de custo de forma precisa.	Estimativas de Custo									C	A	R	I
Reduzir o número de revisões de projeto mantendo registrado todas as alterações que ocorrerem durante a fase de projeto.	Revisão de Projetos									C	A	R	C

R – RESPONSÁVEL; **A** – APROVAÇÃO; **C** – CONSULTADO; **I** – INFORMADO

7 COMUNICAÇÃO E COLABORAÇÃO

A comunicação será realizada conforme a tabela abaixo:

PLATAFORMA	USO	DISCIPLINAS
Slack; Telegram	Comentários e Chats	Todas
Meet; Google Hangout	Reuniões virtuais	Todas
BIM 360	Repositório (CDE); Comunicação/Colaboração	Todas
Trello	Gerenciamento do projeto	Todas

7.1 REUNIÕES

Inserir frequência (Semanal? Quinzenal?); Plataforma (Skype?); Forma de agendamento? Quem será o responsável por convocar as reuniões.

As reuniões ocorrerão de acordo com a necessidade da equipe, devem contar com a participação de todos os envolvidos no projeto e serem gravadas.

Na tabela abaixo tem-se os detalhes a respeito dessas.

AGENDAMENTO DE REUNIÕES			
TIPO DE REUNIÕES	ESTÁGIO DO PROJETO	FREQUENCIA	FORMATO (Física ou Virtual)
Reunião 01 – Revisão BEP	Levantamento de dados Programa de necessidades Estudo de viabilidade (LOD 0 a 100)	definir	definir
Reunião integrada de projeto com modelador Arquiteto, Engenheiro Estrutural, de Instalações (MEP), Topografia e Orçamento.		definir	definir
Reunião Coordenação 01	Projeto Preliminar (LOD 100 a 200)	definir	definir
Reunião - Entrega Modelo Estudo Preliminar		definir	definir



Reunião integrada de projeto com modelador arquiteto, engenheiro estrutural, de instalações (MEP) e demais disciplinas envolvidas nessa etapa;	Anteprojeto arquitetônico e complementares (LOD 200 a 300)	definir	definir
Reunião Coordenação 02		definir	definir
Reunião - Entrega modelo fase Anteprojeto arquitetônico e complementares		definir	definir
Reunião integrada de projeto com modelador arquiteto, engenheiro estrutural, de instalações (MEP) e demais disciplinas envolvidas nessa etapa;	Projeto Legal/Projeto Básico (LOD 200 a 300)	definir	definir
Reunião Coordenação 03		definir	definir
Reunião - Entrega modelo fase Projeto Legal/ Projeto Básico		definir	definir
Reunião integrada de projeto com modelador arquiteto, engenheiro estrutural, de instalações (MEP) e demais disciplinas envolvidas nessa etapa;	Projeto Executivo Arquitetônico e Complementares (LOD 300 a 350)	definir	definir
Reunião Coordenação 04		definir	definir
Reunião - Entrega modelo fase Projeto Legal/ Projeto Básico		definir	definir

8 ENTREGAVEIS

(Nesta seção devem ser registrados os entregáveis requeridos pelo contratante. Informações como formato e prazos também devem ser observados)

O controle de qualidade das entregas deve ser realizado ao final de cada atividade principal do BIM, como revisões de projeto, reuniões de coordenação ou marcos, no caso desse será obrigatório ao final das etapas de: Estudo de viabilidade, Estudo Preliminar arquitetônico e complementares, Anteprojeto arquitetônico e complementares, Projeto legal e/ou Projeto básico e Projeto executivo arquitetônico e complementares. Será necessário que cada disciplina entregue seu modelo BIM em conjunto com a documentação impressa e um modelo coordenado. Se uma entrega não atender aos padrões da equipe, a razão pela qual a entrega está faltando deve ser investigada e evitada no futuro.

O produto precisa estar em conformidade com os padrões exigidos e acordados pela equipe responsável por esse documento. Não será emitida entrega de arquivos em formatos diferentes dos já expostos e acordados neste.

Para os demais documentos não listados na tabela abaixo teremos como formato de entrega: .jpg, .doc, .ppt, .xls, etc

ENTREGÁVEIS					
	ENTREGÁVEL	OBSERVAÇÕES	USOS BIM PREVISTO	RESPONSÁVEL	FORMATO
LEVANTAMENTO DE DADOS, PROGRAMA DE NECESSIDADES E ESTUDO DE VIABILIDADE	Documento BEP atualizado - Arquivo eletrônico do PEB, bem como 1 (uma) via física assinada;			Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
	Ata de aprovação do Programa de Necessidade			Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
	Relatório de requisitos – ARQ, EST e MEP			Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
	Planilha cálculo de áreas		Estimativa de custos	Projetista de arquitetura	(.pdf, .word, etc)
	Modelo Preliminar de massas	LOD 0 a 100 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista de arquitetura	A definir
	Análises de riscos		Estimativa de custos		
	Folhas gráficas	Implantação, situação, esquemas de fluxos de pessoas e veículos	Autoria de projeto	Projetista de arquitetura	(.pdf, .word, etc)
PROJETO PRELIMINAR	Modelo BIM EP - ARQ	LOD 200 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista de arquitetura	(.rvt, .ifc, etc)
	Memorial justificativo do projeto		Autoria de projeto	Projetista de arquitetura	(.pdf, .word, etc)
	Quantitativos e Especificações		Estimativa de custos	Projetista de arquitetura	(.pdf, .word, etc)
	Relatório Estrutura		Autoria de projeto	Projetista Estrutura	(.pdf, .word, etc)
	Orçamento BIM preliminar		Estimativa de custos	Orçamentista;	
	Folhas gráficas	Implantação, situação, plantas, cortes, fachadas e elevações em escala 1/50	Autoria de projeto	Projetista de arquitetura	(.pdf, .word, etc)
	Relatório de incompatibilidades		Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	HTML, .pdf, .word, etc)

	Ata da reunião de coordenação 01		Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
	Relatório de consolidação		Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
	Modelo BIM EP consolidado	LOD 200 (Predominante)	Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(.rvt, .ifc, etc)
ANTEPROJETO (AP)	Relatório Simulações		Autoria de projeto / Estimativa de custos/	Projetista de arquitetura	(.pdf, .word, etc)
	Modelos BIM do Anteprojeto Arquitetônico	LOD 300 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista de arquitetura	(.rvt, .ifc, etc)
	Modelo BIM do Estudo Preliminar Estrutural com base no AP Arquitetônico	LOD 300 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista de estrutura	(.rvt, .ifc, etc)
	Modelo BIM do Estudo Preliminar Hidrossanitário com base nos AP Arquitetônico e EP Estrutural;	LOD 300 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista de instalações	(.rvt, .ifc, etc)
	Modelo BIM do Estudo Preliminar das demais disciplinas com base nos AP Arquitetônico e EP Estrutural;	LOD 300 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista nDisciplina	(.rvt, .ifc, etc)
	Relatório incompatibilidade		Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(HTML, .pdf, .word, etc)
	Ata da reunião de Coordenação 02		Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
	Relatório de consolidação		Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
	Modelo BIM AP consolidado	LOD 300 (Predominante)	Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(.rvt, .ifc, etc)
	Quantitativo de materiais consolidados		Revisão de Projeto/ Estimativa de custo	Projetista de arquitetura/ Projetista de estrutura/ Projetista de instalações/ Projetista nDisciplina	(.pdf, .word, etc)
	Memorial descritivo		Revisão de Projeto/	Projetista de arquitetura	(.pdf, .word, etc)

	Folhas gráficas	Implantação, situação, plantas, cortes, fachadas e elevações em escala 1/100	Autoria de projeto	Projetista de arquitetura	(.pdf, .word, etc)
PROJETO BÁSICO/ PROJETO LEGAL (PB/PL)	Modelos BIM do Projeto legal/projeto básico Arquitetônico	LOD 300 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista de arquitetura	(.rvt, .ifc, etc)
	Modelo BIM do Projeto legal/projeto básico Estrutural	LOD 300 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista de estrutura	(.rvt, .ifc, etc)
	Modelo BIM do Projeto legal/projeto básico Hidrossanitário	LOD 300 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista de instalações	(.rvt, .ifc, etc)
	Modelo BIM do Projeto legal/projeto básico das demais disciplinas	LOD 300 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista nDisciplina	(.rvt, .ifc, etc)
	Orçamento BIM Projeto Legal/Projeto Básico		Estimativa de custos	Orçamentista	
	Relatório incompatibilidade		Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(HTML, .pdf, .word, etc)
	Ata da reunião de Coordenação 03		Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
	Relatório de consolidação		Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
	Modelo BIM PL/PB consolidado	LOD 300 (Predominante)	Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(.rvt, .ifc, etc)
	Folhas gráficas	Implantação, situação, plantas, cortes, fachadas e elevações em escala 1/50	Autoria de projeto	Projetista de arquitetura	(.pdf, .word, etc)
	Ata de aprovação Projeto Legal/Projeto Básico			Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
PROJETO EXECUTIVO	Modelos BIM do Projeto Executivo Arquitetônico	LOD 350 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista de arquitetura	(.rvt, .ifc, etc)

(PE)	Modelo BIM do Projeto legal/projeto básico Estrutural	LOD 350 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista de estrutura	(.rvt, .ifc, etc)
	Modelo BIM do Projeto legal/projeto básico Hidrossanitário	LOD 350 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista de instalações	(.rvt, .ifc, etc)
	Modelo BIM do Projeto legal/projeto básico das demais disciplinas	LOD 350 (Predominante)	Autoria de projeto	Projetista nDisciplina	(.rvt, .ifc, etc)
	Relatório incompatibilidade		Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(HTML, .pdf, .word, etc)
	Ata da reunião de Coordenação 03		Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
	Relatório de consolidação		Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
	Modelo BIM PE consolidado	LOD 350 (Predominante)	Revisão de Projeto/ Coordenação 3D	Coordenador do projeto	(.rvt, .ifc, etc)
	Folhas gráficas	Implantação, situação, plantas, cortes, fachadas e elevações em escala 1/50	Autoria de projeto	Projetista de arquitetura	(.pdf, .word, etc)
	Ata de aprovação Projeto Executivo			Coordenador do projeto	(.pdf, .word, etc)
	Orçamento BIM Projeto Executivo		Estimativa de custos	Orçamentista	

9 REQUISITOS DE MODELAGEM, PADRÕES E GESTÃO DE MODELOS

Este capítulo tem como objetivo orientação para a elaboração do objeto a ser executado pela CPO/UFMS.

Será utilizado o Modelo Federado neste projeto piloto FADIR.

Serão desenvolvidos *templates* específicos para cada disciplina em conjunto com o profissional especialista.

Problemas com a interoperabilidade deve-se verificar as inconsistências antes das trocas de informações através de visualizador IFC/Revit.

9.1 ARQUIVO BASE

A definição do ponto de origem e/ou cota de referência acontecerá do início do projeto por ocasião da reunião com todos os envolvidos no projeto. Lembrando que essa definição é importante para possibilitar a coordenação dos modelos e a composição do modelo federado pelo coordenador BIM.

9.2 DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE MEDIDAS E DE COORDENADAS

A definição do ponto de origem e/ou cota de referência acontecerá do início do projeto por ocasião da reunião com todos os envolvidos no projeto. Todas as disciplinas envolvidas no projeto que serão modeladas deverão seguir o mesmo ponto de referência dentro de seus respectivos softwares nativos. Lembrando que essa definição é importante para possibilitar a sobreposição em um único arquivo e conseqüentemente a coordenação dos modelos com a composição do modelo federado pelo coordenador BIM.

Após a definição **inserir aqui** uma imagem do projeto ilustrando o ponto.

Para o desenvolvimento dos projetos, a CPO/UFMS adotará as seguintes unidades de acordo com a disciplina de projeto:

- Unidade linear: de acordo com o projeto (mm, cm, m);
- Unidade de medida de área: metros quadrados (m²);

- Unidade de medida de volume: metros cúbicos (m³);
- Unidade de inclinação: percentual (%);
- Unidade de declividade: metro/metro (m/m);
- Unidade angular: graus decimais (xx^o).

9.3 PREMISSAS PARA MODELAGEM

9.3.1 Tabela Matriz de Modelagem

- É obrigatória a utilização da Tabela de Matriz de Modelagem para o desenvolvimento de todos os modelos, família e objetos BIM que constituirão o projeto piloto 01 – FADIR; A Tabela Matriz de modelagem deverá ser semelhante a figura abaixo e conter:
 - Nome dos elementos construtivos a serem modelados;
 - Etapas do projeto;
 - Nível de detalhamento (LOD) dos elementos relacionados com a fase de projeto específica;
 - Profissional responsável por desenvolver o elemento no projeto de acordo com o fluxo de trabalho adotado;
 - Observações que podem ser úteis para desenvolvimento do elemento e/ou modelo em questão.
- Para alterações na tabela consultar o coordenador BIM;
- Em caso de alterações deve-se comunicar a todos os envolvidos nos projetos através dos meios de comunicação elencados nesse documento;
- A Tabela Matriz de modelagem deve ser preenchida antes do início da modelagem do projeto e/ou de famílias;

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Etapa empreendimento	Projeto conceitual		Estudo preliminar		Projeto Básico		Projeto executivo		Obs.
2	Elemento do modelo	Resp	ND	Resp	ND	Resp	ND	Resp	ND	
18	Paisagismo	-----		Modelador de arquitetura	100	Modelador de arquitetura	200	Modelador de arquitetura	300	
19	SUBESTRUTURA:									
20	Fundações	Modelador de Estrutura	100	Modelador de Estrutura	100	Modelador de Estrutura	200	Modelador de Estrutura	300	
21	Muros de contenção	-----		-----		-----		-----		
22	Drenagem no subsolo	-----		-----		-----		-----		
23	Laje de subsolo	-----		-----		-----		-----		
24	ESTRUTURA:									
25	Lajes de piso	Modelador de Estrutura	100	Modelador de Estrutura	200	Modelador de Estrutura	300	Modelador de Estrutura	350	
26	Estrutura de cobertura	Modelador de Estrutura	100	Modelador de Estrutura	200	Modelador de Estrutura	300	Modelador de Estrutura	350	
27	Vigas	Modelador de Estrutura	100	Modelador de Estrutura	200	Modelador de Estrutura	300	Modelador de Estrutura	350	
28	Aberturas de passagens (shafts)	Modelador de Estrutura	100	Modelador de Estrutura	200	Modelador de Estrutura	300	Modelador de Estrutura	350	
29	Estrutura de escadas	Modelador de Estrutura	100	Modelador de Estrutura	200	Modelador de Estrutura	300	Modelador de Estrutura	350	
30	Estrutura de rampas	Modelador de Estrutura	100	Modelador de Estrutura	200	Modelador de Estrutura	300	Modelador de Estrutura	350	
31	Pilares	Modelador de Estrutura	100	Modelador de Estrutura	200	Modelador de Estrutura	300	Modelador de Estrutura	350	
32	Estrutura metálica secundária	Modelador de Estrutura	100	Modelador de Estrutura	200	Modelador de Estrutura	300	Modelador de Estrutura	350	
33	VEDAÇÕES EXTERNAS:									
34	Cobertura	Modelador de Estrutura	100	Modelador de Estrutura	200	Modelador de Estrutura	300	Modelador de Estrutura	350	
35	Aberturas e furações na cobertura	Modelador de Estrutura	100	Modelador de Estrutura	200	Modelador de Estrutura	300	Modelador de Estrutura	350	
36	Revestimentos	Modelador de arquitetura	100	Modelador de arquitetura	200	Modelador de arquitetura	300	Modelador de arquitetura	350	

9.3.2 Objetos

- Deve-se dar preferência, a bibliotecas BIM disponibilizadas pelos fabricantes nacionais;
- O coordenador BIM deve aprovar ou não a importação de elementos BIM cujos formatos são: 3DS, SKP, DWG;

- O coordenador BIM deve aprovar ou não questões relativas à exceção, como por exemplo: inexistência de objetos similares em bibliotecas nacionais de objetos paramétricos; objetos são muito específicos etc.

9.3.3 Sistema de Classificação

- Nesse projeto piloto será utilizada a NBR 15965 como “sistema de classificação”
- Obs: Apesar de a NBR 15965 ainda está em processo de desenvolvimento julga-se importante o direcionamento para sua utilização dado que a CPO/UFMS é um órgão público.

9.4 CONTROLE DE QUALIDADE DA MODELAGEM

- Será realizada em três momentos:
 1. Verificações visuais: Verificar elementos sobrepostos, deslocados, duplicados e incompletos;
 2. Verificação interferências (teste *Clash Detection*) através do software Navisworks: Verificação de conflitos entre disciplinas;
 3. Verificação de atendimento aos padrões de nomenclatura.
- Para o teste *Clash Detection* deverá ser estabelecido uma hierarquia de verificação entre as disciplinas, para tal considerar o grau de dificuldade de flexibilidade para alterações. Sugere-se:
 1. Arquitetura (ARQ);
 2. Estrutura (EST);
 3. Hidrossanitário (HIDRO);
 4. Ar- Condicionado (ARC)

5. Elétrica (ELE)

- O autor do modelo é inteiramente responsável pelo controle de qualidade de cada entrega. Lembrando que a qualidade do modelo influencia diretamente as próximas dimensões do BIM – 4D (planejamento) e 5D (custo).

9.5 ATUALIZAÇÕES DOS MODELOS

- Os modelos deverão ser atualizados pelos projetistas (*definir se diariamente, semanalmente*);
- Os prazos determinados aqui neste documento são fixos.

9.6 PADRÕES DA MODELAGEM - NOMENCLATURA

BIM_PROJETO_DISCIPLINA_FASE DO PROJETO_NÚMERO DA REVISÃO_FORMATO DO ARQUIVO

Onde:

- **BIM:** Identificação do Ambiente
- **PROJETO:** Sigla do empreendimento previamente definida;
- **DISCIPLINA:** Identificação da disciplina; (*Definir tabela que determine siglas para as disciplinas envolvidas no projeto piloto - Ex: ARQ: Arquitetura; EST: Estrutura; TOP: Topografia etc.*)
- **FASE DO PROJETO:** Identificação da fase do projeto conforme ABNT “NBR 16636-2:2017 Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto Arquitetônico” e definidos no item 5.1. 7. Utilizar a abreviatura determinadas no item 3.2;
- **NÚMERO DA REVISÃO:** Código da revisão. A letra R em maiúsculo seguida do número da revisão;
- **FORMATO DO ARQUIVO:** Formato no qual o arquivo foi gerado.

REFERÊNCIAS

AEC-UK. **AEC (UK) BIM Protocol Project BIM Execution Plan**. p. 1 – 13, v. 2.0, 2012.

ASBEA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM**. II ed. 2015.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. **Atual cenário da implantação de BIM no mercado da construção civil da cidade de São Paulo e demanda por especialistas**. In: Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 5., 2011, Salvador. Anais... Salvador: FAUFBA, 2011.

BIM Dictionary. Disponível em: < <https://bimdictionary.com/> >. Acesso jul.2020

BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY. **Singapore BIM Guide - V2.0**. Cornet, p. 1–70, 2013

GONÇALVES Jr, Francisco. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-que-voce-precisa-saber/>> Acesso jul.2020

KASSEM, Mohamad; ABD RAOFF, Nur Liyana; OUAHRANI, Djamel. Identifying and Analyzing BIM Specialist Roles using a Competency-based Approach. **Proceedings of the Creative Construction Conference, CCC 2018**, Ljubljana, Slovenia, 2018.

LEUSIN, Sérgio. **Gerenciamento e Coordenação de Projetos BIM**. Ed.1ª, Ed. Elsevier, 2018. 168 p.

MIT- MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **MIT BIM Execution Plan**. p. 1 – 33, v. 6.0, 2014.

PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY. **BIM Project Execution Planning Guide**. p. 1 – 120, v.2.1, 2011.

U.S. DEPARTMENT OF VETERANS AFFAIRS. **VA BIM Guide**. p. 1 – 45, v. 1.0, 2010.

USC - UNIVERSITY OF SOUTH CALIFORNIA. **Building Information Modeling (BIM) Guidelines**. p. 1 – 66, v. 1.6, 2012.

USF - UNIVERSITY OF SOUTH FLORIDA. **BIM Project Execution Plan Template for Architects, Engineers and Contractors**. p. 1–32, 2018.