



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

ANA CAROLINA PREVIATELLO DA SILVA

**GESTÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA COM O USO DO BIM: proposta de
implementação do BIM para SPO /DPP UFPE**

Recife

2023

ANA CAROLINA PREVIATELLO DA SILVA

**GESTÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA COM O USO DO BIM: proposta de
implementação do BIM para SPO /DPP UFPE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gerência da Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Hazin Alencar.

Recife

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Sandra Maria Neri Santiago

S586g

Silva, Ana Carolina Previatello da.

Gestão de projetos de arquitetura com o uso do BIM: proposta de implementação do BIM para SPO /DPP UFPE / Ana Carolina Previatello da Silva. – 2023.

103 f.: il., fig., tab. e siglas.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Hazin Alencar.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção. Recife, 2023.

Inclui referências e apêndices.

1. Engenharia de produção. 2. PEB. 3. BIM. 4. Gerenciamento de projetos. 5. Projetos de arquitetura. I. Alencar, Luciana Hazin (Orientadora). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.)

BCTG/2023-222

ANA CAROLINA PREVIA TELLO DA SILVA

**GESTÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA COM O USO DO BIM: proposta de
implementação do BIM para SPO /DPP UFPE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Gerência da Produção.

Aprovada em: 21/08/2023.

BANCA EXAMINADORA

Participação por videoconferência
Profa. Dra. Luciana Hazin Alencar (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Participação por videoconferência
Profa. Dra. Denise Dumke de Medeiros (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Participação por videoconferência
Bianca Maria Vasconcelos Valerio (Examinadora Externa)
Universidade de Pernambuco

Dedico esta dissertação ao meu marido que me incentivou nesta jornada acadêmica e aos meus pais pelos esforços à minha educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que estiveram comigo nesta jornada, me incentivando e apoiando nos momentos em que mais precisei. À minha professora e orientadora Dra. Luciana Hazin, pela orientação, paciência e conhecimento. Meus colegas de mestrado, que mesmo que apenas virtualmente se tornaram amigos e confidentes. Meus colegas de trabalho que me motivaram e me ajudaram na pesquisa quando precisei. Aos meus superiores que entenderam meus momentos de estudo e me permitiram que eu pudesse me dedicar. Aos meus familiares e amigos próximos que entenderam minhas ausências. Ao meu marido Fábio, que me incentivou e não permitiu que eu desistisse em momento algum. Muito obrigada, sem o apoio e carinho de vocês essa jornada teria sido bem mais árdua!

“De forma geral, estudar e planejar cuidadosamente os fluxos de trabalho equivale a construir boas fundações para um edifício” (Guia AsBEA; 2013, p. 16).

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi o de propor o aprimoramento do processo de implementação da tecnologia BIM, por meio da criação de um Plano de Execução do BIM (PEB) direcionado à Diretoria de Planos e Projetos (DPP) da Universidade Federal de Pernambuco, com o intuito de facilitar o processo de implementação da tecnologia BIM. Para alcançar esse objetivo, utilizou-se a metodologia DSRM - *Design Science Research Methodology*, que consiste em duas etapas distintas. Na primeira etapa, a pesquisa se concentrou na compreensão da problemática. Para isso, foram identificados os principais requisitos para o desenvolvimento de um PEB baseado em publicações recentes sobre o assunto, bem como o mapeamento do fluxo de valor dos processos existentes associado às entrevistas com os projetistas e suas chefias. Isso contribuiu para o desenvolvimento de novos fluxos de trabalho baseados nos conceitos da metodologia BIM, como trabalho colaborativo, transparência e gestão das informações. Na segunda etapa do DSRM, o foco foi o desenvolvimento do artefato, ou seja, a aplicação das ideias no mundo real. Assim, foi desenvolvido um plano para a implementação do BIM na DPP como produto, o PEB. Este plano tem como finalidade o planejamento de todas as etapas do projeto, estabelecendo fluxos e processos baseados nas necessidades do BIM, visando a diminuição de erros e recursos, ganhos de qualidade do projeto e aumento de produtividade. Com o PEB editável como produto, os setores da DPP poderão ter acesso a uma ferramenta prática e funcional para a implementação do BIM em seus projetos. Além disso, o PEB permitirá uma padronização nos fluxos e processos de trabalho, melhorando a comunicação e a colaboração entre os membros da equipe. Dessa forma, espera-se que a implementação do BIM na DPP da UFPE seja facilitada e que os benefícios dessa tecnologia sejam amplamente aproveitados. A metodologia DSRM adotada nesta pesquisa permitiu uma abordagem mais estruturada e eficaz na busca pela solução do problema e no desenvolvimento do artefato final.

Palavras-chave: PEB; BIM; gerenciamento de projetos; projetos de arquitetura.

ABSTRACT

The objective of this research was to propose the enhancement of the BIM technology implementation process, through the creation of a BIM Execution Plan (BEP) directed at the Directorate of Plans and Projects (DPP) of the Federal University of Pernambuco, with the intention of facilitating the BIM technology implementation process. To achieve this objective, the DSRM - Design Science Research Methodology was used, which consists of two distinct stages. In the first stage, the research focused on understanding the problem. For this purpose, the main requirements for the development of a BEP based on recent publications on the subject were identified, as well as the value flow mapping of the existing processes associated with interviews with designers and their superiors. This contributed to the development of new workflows based on BIM methodology concepts such as collaborative work, transparency, and information management. In the second stage of DSRM, the focus was on the development of the artifact, that is, the application of ideas in the real world. Thus, a plan was developed for the implementation of BIM in DPP as a product, the BEP. This plan aims to plan all stages of the project, establishing flows and processes based on the needs of BIM, aiming to reduce errors and resources, increase project quality and productivity. With the BEP editable as a product, DPP sectors will have access to a practical and functional tool for implementing BIM in their projects. In addition, the BEP will allow standardization in workflows and processes, improving communication and collaboration among team members. In this way, it is expected that the implementation of BIM in DPP of UFPE will be facilitated and that the benefits of this technology will be widely exploited. The DSRM methodology adopted in this research allowed for a more structured and effective approach in seeking the solution to the problem and in the development of the final artifact.

Keywords: BEP; BIM; project management; architectural projects.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura Organizacional SPO	23
Figura 2 – Fluxo de trabalho linear	51
Figura 3 – Fluxo de trabalho baseado na colaboração.....	52
Figura 4 – Processo de Trabalho Atual na SPO/ DPP.....	53
Figura 5 – Mapeamento do Fluxo de Valor do Processo Atual na SPO/ DPP	56
Figura 6 – Figura Rica das problemáticas do setor extraídas da entrevista com os projetistas	59
Figura 7 – Figura Rica das problemáticas do setor extraídas da entrevista com as chefias	61
Figura 8 – Novo modelo de processo para SPO/DPP com o uso do BIM	64
Figura 9 - Etapas do mapeamento de fluxo de valor	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fases de Implementação do BIM do Decreto 10.306/2020	19
Tabela 2 – Passos da metodologia DSRM	22
Tabela 3 – Síntese dos Requisitos PEB.....	45
Tabela 4 – Pesquisa interna na antiga SINFRAs com os colaboradores sobre o BIM	48
Tabela 5 – Tabela resumo das entrevistas.....	61
Tabela 6 – Requisitos iniciais contidos na proposta de PEB para SPO/DPP.....	66

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AIA	Industry Alliance for Interoperability
BbCNs	Redes de Construção Baseadas em BIM
BDS	<i>Building Description System</i> ou Sistema de Descrição da Construção
BEP	<i>BIM Execution Plan</i> ou Plano de Execução BIM
BIM	<i>Building Information Modeling</i> ou Modelagem da Informação da Construção
CAD	<i>Computed Aided Design</i> ou Desenho Auxiliado por Computador
CAM	<i>Computer-Aided Manufacturing</i>
CATIA	<i>Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CCBI	Coordenação de Cadastro e Bens Imóveis
CE-BIM	Comitê Estratégico BIM
Cedurp	Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro
DFO	Diretoria de Fiscalização de Obras
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DPP	Diretoria de Planos e Projetos
DSRM	<i>Design Science Research Methodology</i>
EIR	<i>Employer's Information Requirement</i> ou Necessidades de Informação do Cliente
GLIDE	<i>Graphical Language for Interactive Design</i>
IDM/MVD	<i>Information Delivery Manual / Model View Definition</i>
IFD	<i>International Framework for Dictionaries</i>
INP	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
MAGI	<i>Mathematics Application Group, Inc.</i>
MRDEP	Matriz de Responsabilidades no Desenvolvimento de Elementos Projetuais
NBIMS-US	Comitê Nacional de Padrões de Modelagem de Informações de Construção dos Estados Unidos
OPUS	Sistema Unificado do Processo de Obras
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PEB	Plano de Execução BIM
PIB	Plano de Implementação BIM

PMI	<i>Project Management Institute</i>
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SINFRA	Superintendência de Infraestrutura
SIPAC	Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos
SPO	Superintendência de Projetos e Obras
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVOS	20
1.2.1	Objetivo Geral.....	20
1.2.2	Objetivos Específicos	20
1.3	METODOLOGIA.....	21
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	24
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	26
2.1	CONCEITO DE BUILDING INFORMATION MODELING - BIM	26
2.1.1	BIM no Brasil e no mundo.....	27
2.1.2	PIB - Plano de Implementação BIM	30
2.1.3	PEB - Plano de Execução BIM	32
2.1.4	Usos BIM	36
2.2	CONCEITOS TÉCNICOS	37
2.3	MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR	41
2.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	42
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	44
3.1	DESAFIOS COM O BIM EXECUTION PLAN	44
3.1.1	Identificação de requisitos para elaboração do PEB.....	45
3.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	46
4	DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO.....	47
4.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO SETOR EM ESTUDO	47
4.1.1	Contextualização dos Processos Atuais	50
4.1.2	Mapeamento do Fluxo de Valor: Análise dos processos na DPP.....	52
4.2	DESENHO DO ESTADO FUTURO: NOVO PROCESSO DPP	57
4.3	PLANO DE TRABALHO E DE IMPLEMENTAÇÃO - PROPOSTA DE PEB	63
4.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	68
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	70
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	73
	REFERÊNCIAS.....	75
	APÊNDICE A – PEB – PLANO DE EXECUÇÃO BIM PARA DPP/SPO	80

APÊNDICE B – ROTEIRO DAS ENTREVISTAS.....	100
--	------------

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Gray e Larson (2009), o conceito central da gestão de projetos abrange a aplicação de técnicas e ferramentas com o propósito de planejar, executar e controlar projetos de maneira eficiente e eficaz, com o objetivo de atingir os objetivos estabelecidos. Esse processo engloba diversas etapas, como a definição clara do escopo do projeto, a criação de uma estrutura de divisão do trabalho, o desenvolvimento de um plano e cronograma temporal, o controle das atividades do projeto e a administração dos recursos humanos e da comunicação. Além do mais, a gestão de projetos também engloba a construção de uma cultura organizacional que fomente o trabalho em equipe e promova níveis elevados de desempenho, com o intuito de auxiliar as organizações na implementação e consecução de seus objetivos estratégicos por meio da condução eficaz de projetos.

Conforme destacado por Eastman *et al.* (2008), o *Building Information Modeling* – BIM, surge como uma ferramenta de gestão de projetos devido à sua capacidade em fornecer informações precisas e em tempo real acerca do projeto. Essa competência do BIM se traduz em benefícios importantes para o gerenciamento de projetos, tais como a melhoria da comunicação e colaboração entre as equipes envolvidas, a redução de erros e retrabalho, a capacidade de planejar e programar projetos de forma mais eficiente, o controle de custos e riscos, além de fornecer informações cruciais para o embasamento de decisões estratégicas.

Além disso, o BIM proporciona a criação de modelos virtuais em 3D que permitem aos gerentes de projeto a visualização do andamento do projeto em diversos estágios, identificando potenciais problemas antes que se tornem críticos. Essa tecnologia também pode ser utilizada com o gerenciamento centralizado da documentação do projeto, englobando desenhos, especificações e contratos, tornando-os acessíveis a todas as partes interessadas em um único repositório central. O setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) atualmente, passa por uma fase de transição tecnológica, migrando das tecnologias bidimensionais para as paramétricas. Pois, os processos atuais ainda são propensos a falhas e inconsistências, resultando em perda de produtividade e, por vezes, no valor das informações do projeto (EASTMAN *et al.*, 2008).

Uma das tecnologias bastante utilizada, o CAD ou Desenho Auxiliado por Computador, teve seu desenvolvimento no início da década de 60 com Ivan Sutherland que desenvolveu em sua tese de PhD no MIT um sistema de editor gráfico chamado “*Sketchpad*”, esse sistema possuía uma caneta luminosa que realizava o desenho diretamente na tela do

computador, contava também com botões de comando que editavam os objetos em 2D (NEVES, 2018).

A utilização dos *softwares* CAD ficou restrita por muito tempo às empresas do setor automobilístico como a General Motors e do setor aeroespacial. Já por volta dos anos 70 os *softwares* CAD começam a ser comercializados. Nessa época surge também o CAD 3D (CATIA - *Computer Aided Three Dimensional Interactive Application*), desenvolvido pela empresa francesa Avions Marcel Dassault. No final da década de 70 já existiam outros programas de modelagem de sólidos como o *SynthaVision do Mathematics Application Group, Inc.* – MAGI (AMARAL; FILHO, 2010).

Com o desenvolvimento dos computadores pessoais em 1980, é lançado o AutoCAD® Release 1 para PC's pela empresa Autodesk em 1982. Posteriormente em 1995 a SolidWorks lança o SolidWorks® 95 3D CAD para o sistema operacional Windows®, tendo também um melhor custo-benefício quando comparado aos concorrentes (AMARAL; FILHO, 2010).

A partir da difusão da internet no final dos anos 90 o gênero CAD se tornou muito mais acessível, com versões até mesmo gratuitas, o que gerou uma difusão no seu uso. Os escritórios de arquitetura, que até então utilizavam pranchetas e canetas nanquim em seus projetos começaram a utilizar esses *softwares*, até então desenvolvidos para desenhos técnicos de mecânica (carros e aviões), os *softwares* de representação com o tempo substituíram a representação manual, agilizando a execução de projetos, bem como a correção dos mesmos (NOGGOSZEKI, 2016).

Posteriormente, foi lançado o AutoCAD 3D® que possui recursos para edição de modelos sólidos, facilitando a visualização do objeto e podendo efetuar cortes e seções, automatizando os modelos bidimensionais, como plantas, cortes e fachadas do objeto 3D. Apesar de possibilitar a representação em três dimensões, o AutoCAD 3D® não pode ser considerado um *software* BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem da Construção da Informação), pois não é capaz de agregar informações detalhadas sobre o objeto. Bem como, não se popularizou nos escritórios de arquitetura como o AutoCAD 2D®, que preferiam utilizar outros *softwares* de modelagem para realizar as perspectivas (CORDEIRO; MASCULO, 2015).

Paralelamente ao desenvolvimento do CAD, em meados da década de 70, o professor Charles M. Eastman do Instituto de Tecnologia da Geórgia, juntamente com sua equipe, cria o conceito de BDS (*Building Description System* ou Sistema de Descrição da Construção) que segundo ele seria uma descrição baseada em computador de um edificação, com o qual

poderia eliminar as fraquezas por meio de melhorias e readequação dos pontos fortes do projeto, da construção e até da operação do edifício (EASTMAN *et al.*, 1974).

Em 1977, Eastman programou o GLIDE (*Graphical Language for Interactive Design*), que além da visualização gráfica CAM (*Computer-Aided Manufacturing*), que consiste no uso de sistemas computacionais para planejamento, gerenciamento e controle de operações de uma fábrica, também oferecia um banco de dados classificável que permitia ao usuário recuperar informações categoricamente por parâmetros tais como materiais ou fornecedores. Então, a partir do GLIDE, surgiram inúmeros *softwares* BIM os quais objetivam a modelagem informacional baseada em parâmetros (GRIEBELER, 2019).

Entretanto, apenas em 1986 foi registrado pela primeira vez o uso do termo *Building Modeling*, que foi utilizado em um artigo de Robert Aish, intitulado como “*Three-dimensional Input and Visualization*”, no qual incluiu discussões sobre modelagem tridimensional, banco de dados e até mesmo as diferentes fases da construção. E em 1992 o termo BIM, como conhecemos hoje, foi oficializado em 1992 pelos professores G.A van Nederveen e F. Tolman, no artigo “*Automation in Construction*”. Porém, a sigla “BIM” só se tornou popular em 2002, quando a Autodesk® a utilizou em um artigo (GASPAR; RUSCHEL, 2017).

Através da cronologia dos desenvolvimentos dos *softwares* podemos perceber que foi nas últimas décadas que os *softwares* BIM conseguiram avançar e até mesmo serem utilizados de maneira mais abrangente, principalmente pela indústria da construção civil. Assim, é de se esperar que ainda exista uma dificuldade de mudança de processos de trabalho, principalmente no setor público.

1.1 JUSTIFICATIVA

No Brasil, com base em iniciativas de outros países, o governo brasileiro criou o Comitê Estratégico BIM (CE-BIM) em 2017, com o objetivo de promover a modernização do setor da construção civil por meio da transformação digital. Em 2018, lança o decreto nº 9.377 com o intuito de disseminação do BIM no país e logo em seguida, em 2019, o decreto federal de nº 9.983, estabeleceu a Estratégia BIM-BR como um plano nacional para a disseminação do BIM. O principal objetivo dessa estratégia é impulsionar o desenvolvimento do setor da construção, promovendo maior transparência nos processos licitatórios e eficiência nas compras públicas. Além disso, busca-se otimizar os processos de manutenção e gerenciamento de ativos (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018; BRASIL, 2019).

No ano de 2020, o Governo Federal anunciou um novo decreto, de número 10.306, que reforça a importância da política de adoção do BIM nos órgãos da administração pública federal. Esse decreto estabelece que o BIM deve ser utilizado de forma direta ou indireta em obras e serviços de engenharia civil. Além de trazer diversas definições relacionadas à engenharia, o decreto apresenta as etapas de implementação do BIM, que devem ocorrer de maneira gradual ao longo do tempo. Essas etapas são divididas em três fases, iniciando em 2021, seguida por 2024 e concluindo em 2028. Na terceira fase, foi adicionado o conceito de "*as built*" para o gerenciamento e manutenção de obras que foram projetadas e construídas utilizando o BIM (BRASIL, 2020).

Dentre os diversos motivos e benefícios que podem ser trazidos com o implemento do BIM na administração pública, a transparência e disponibilidade das informações é seu maior ganho, principalmente em se tratando de licitações, que poderia evidenciar o superfaturamento, favorecimento, ineficiência da gestão e corrupção. A Lei mais recente sobre licitações e contratos da administração pública, a Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, estabelece que as licitações de obras e serviços de engenharia devem gradualmente adotar tecnologias e processos integrados que permitam a criação, utilização e atualização de modelos digitais, dando preferência ao uso do BIM e a outras tecnologias e processos integrados mais avançados que possam substituí-lo (BRASIL, 2021).

Desta maneira, as universidades federais, como parte da administração pública federal, que realizam licitações para executar obras de arquitetura e engenharia, precisam se adaptar à realidade do BIM. Atualmente, na Diretoria de Planos e Projetos são utilizados os softwares CAD para a concepção de projetos de arquitetura e complementares de engenharia e o Orçafascio® para a orçamentação. A implementação do BIM na DPP/UFPE tem como prerrogativa a atualização das tecnologias utilizadas pelo órgão, bem como as formas de trabalho e as relações entre os envolvidos nos projetos e nas obras da universidade.

O BIM, quando corretamente implementado pode trazer vários benefícios para o projeto, alguns como o aumento da qualidade do projeto, a maior possibilidade de pré-fabricação, um cronograma de construção mais consistente, além de conexões com outros aplicativos de análises e medições. Todos esses implementos dizem respeito às informações do projeto ou a uma maior trabalhabilidade dessas informações, o que não seria possível atualmente apenas com o CAD (MESSNER et al., 2019).

Assim, para alcançar tais objetivos, o Comitê Estratégico BIM BR propôs que a exigência do BIM, fosse realizada de maneira gradual, com três fases para sua implementação detalhada na Tabela 1 (BRASIL, 2020):

Tabela 1– Fases de Implementação do BIM do Decreto 10.306/2020

FASE	INÍCIO	DISCIPLINAS	RELEVÂNCIA	OUTROS
1ª fase	01/01/2021	Estruturas; Instalações elétricas; Instalações hidráulicas; Aquecimento, ventilação e ar-condicionado; Detecção de interferências físicas e funcionais; Revisão e compatibilização de modelos; Extração de quantitativos e geração de documentação gráfica.	Grande	Projetos de arquitetura e engenharia, em construções novas, ampliações ou reabilitações
2ª fase	01/01/2024	Estruturas; Instalações elétricas; Instalações hidráulicas; Aquecimento, ventilação e ar-condicionado; Detecção de interferências físicas e funcionais; Revisão e compatibilização de modelos; Extração de quantitativos e geração de documentação gráfica. Orçamentação, Planejamento e o controle da execução de obras e Atualização do modelo e de suas informações como construído (as built), para obras cujos projetos de arquitetura e engenharia tenham sido realizados ou executados com aplicação do BIM.	Grande	Execução direta ou indireta de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras, referentes a construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações
3ª fase	01/01/2028	Estruturas; Instalações elétricas; Instalações hidráulicas; Aquecimento, ventilação e ar-condicionado; Detecção de interferências físicas e funcionais; Revisão e compatibilização de modelos; Extração de quantitativos e geração de documentação gráfica. Orçamentação, Planejamento e o controle da execução de obras e Atualização do modelo e de suas informações como construído (as built); Gerenciamento e a manutenção do empreendimento após a sua construção, cujos projetos de arquitetura e engenharia e cujas obras tenham sido desenvolvidos ou executados com aplicação do BIM.	Média e grande	desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras referentes a construções novas, reformas, ampliações e reabilitações,

Fonte: O Autor (2023).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, acima, é notório que a primeira etapa de implementação do BIM/BR já contempla uma parte substancial das tarefas em andamento na DPP. No entanto, existe a necessidade de um plano de implementação que

assegure, não apenas a execução das próximas fases, mas também esteja em acordo com o cronograma estipulado pelo decreto anteriormente mencionado. Assim sendo, a pesquisa baseia-se na análise das mudanças dos processos que acompanham a transição do modelo de desenho em 2D, utilizando ferramentas CAD, para um processo baseado em objetos paramétricos com a metodologia BIM. O objetivo central é a construção de um novo processo de gerenciamento de projetos, por intermédio do Plano de Execução BIM (PEB), com o intuito de promover uma melhor estrutura de trabalho, incluindo estratégias que facilitem as mudanças de processos.

1.2 OBJETIVOS

Diante do contexto elucidado no tópico acima, a presente pesquisa propõe os seguintes objetivos:

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é propor o aprimoramento do processo de implementação da tecnologia BIM, por meio da criação de um Plano de Execução do BIM (PEB) direcionado à Diretoria de Planos e Projetos (DPP) da UFPE.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral supracitado, será necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificação dos principais requisitos para o desenvolvimento de um PEB;
- b) Mapeamento do Fluxo de Valor dos processos existentes para desenvolvimento de novos fluxos de trabalho;
- c) Desenvolvimento de um novo processo (artefato) através da metodologia DSR utilizando os conceitos BIM visando a diminuição de erros e recursos, ganhos de qualidade do projeto e aumento de produtividade;
- d) Desenvolvimento de um plano para a implementação do BIM na DPP como produto, o PEB.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o tratamento dos dados deste trabalho foi o DSRM - *Design Science Research Methodology*. Esta metodologia traz em seu conceito a busca de soluções para problemas reais, trazendo um problema do mundo real, levando esse problema para o mundo das ideias, no qual serão estudadas soluções e alternativas, através de estudos de casos semelhantes na literatura, depois retornando essa proposta para a aplicação no mundo real com o desenvolvimento de um artefato e a verificação se este artefato é satisfatório ou não. (LACERDA *et al.*, 2013).

De acordo com Venable (2006) o DSR busca criar um conhecimento aplicável e útil para a solução de problemas, bem como para melhoria de sistemas existentes e a criação de novas soluções e/ou artefatos. O conceito de artefato é que seja algo projetado para resolução de um problema que esteja dentro de um contexto, a partir de conhecimento sobre o mundo natural e social. Os artefatos não são apenas objetos físicos, as abstrações também são consideradas artefatos, pois são projetadas para alcançar um objetivo (SIMON, 1996).

Os artefatos podem ser divididos em tipos: Constructos, Modelos, Métodos e Instanciações. O artefato a ser desenvolvido para este trabalho é definido como um método, pois podem ser representados graficamente e representam um conjunto de passos que devem ser obedecidos para alcançar um resultado, ou seja, é uma orientação para execução de uma tarefa. (MARCH; SMITH, 1995; SIMON, 1996)

A metodologia do DSR está dividida em etapas. A primeira etapa diz respeito à conscientização, que significa o entendimento e compreensão da problemática, ou seja, a definição do problema a ser solucionado, seus limites e as soluções satisfatórias. Segundo Simon (1996) uma solução ótima raramente será ótima no mundo real, assim a busca é por uma solução que atenda ao problema, uma solução suficientemente boa. Um resultado satisfatório pode ser obtido através do consenso entre as partes do problema ou mesmo do avanço da solução atual comparada às anteriores.

A segunda etapa é o desenvolvimento, que diz respeito a construção do artefato. De acordo com Simon (1996) neste momento os objetivos e o ambiente externo já foram delineados na etapa anterior, esta etapa serve para a construção do ambiente interno do artefato, que seriam quais os tipos de abordagens que serão utilizadas. Depois vem a etapa de avaliação em que se avalia como aquele artefato se comporta no ambiente para o qual foi desenvolvido, que pode ser feito em avaliações parciais por etapas. Seguido da conclusão, que é a formalização do processo, e que consiste em comunicar para as comunidades acadêmicas e

profissionais os resultados obtidos com aquele artefato que foi construído (LACERDA *et al.*, 2013).

Para o trabalho foram identificados os passos dos processos e suas saídas, como pode-se verificar na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Passos da metodologia DSRM

PASSOS DO PROCESSO		SAÍDAS
Identificação do problema	Ineficiência do fluxo de trabalho atual com a utilização do CAD	Reformular o fluxo de trabalho utilizando a metodologia BIM
Definição dos resultados esperados	Aumento de produtividade, diminuição de erros e recursos, melhoria da qualidade	Novo fluxo aprimorado
Projeto e desenvolvimento	Revisão sistemática da literatura e análise dos fluxos atuais com a proposição de mudanças no fluxo de processo e desenvolvimento de um PEB piloto.	Artefato do tipo Método: PEB – Plano de Execução BIM
Demonstração	Métricas esperadas: redução de tempo e recursos, custos e aumento da qualidade e da produtividade	Com a execução prática do processo será possível verificar seu desempenho em relação a operacionalidade, eficiência, generalidade e facilidade de uso.
Avaliação		
Comunicação	Publicação dos resultados	Publicação de artigo e da dissertação

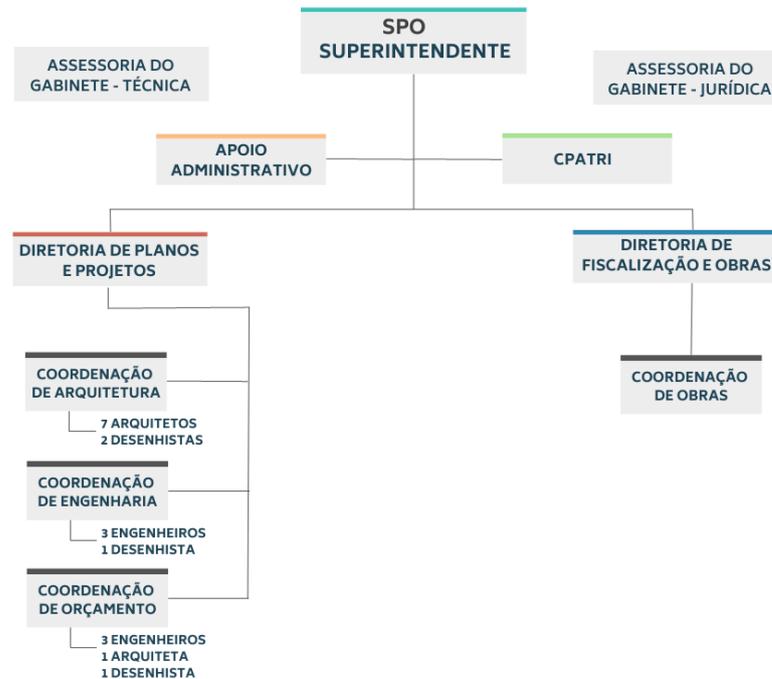
Fonte: O Autor (2023).

Para a etapa de conscientização, a identificação do problema no mundo real, foi realizado o levantamento das barreiras e a identificação dos problemas encontrados no desenvolvimento dos projetos e nos processos de trabalho atuais. Desta maneira, foram realizadas entrevistas por meio virtual, para a coleta de dados, foi empregado um método de entrevistas por meio de formulários Google (Apêndice B). Permitindo uma abordagem virtual, na qual os participantes puderam responder às perguntas de forma individual, sem influência mútua. O universo de análise consistia em um total de 18 projetistas e 5 chefias, resultando em 23 participantes. No entanto, obteve-se uma taxa de resposta de 12 projetistas e 5 chefes, totalizando 17 respostas efetivas, ou seja, 74% de aderência à pesquisa.

Analisando a estrutura organizacional do setor (Figura 01), temos uma estrutura do tipo funcional, sendo dividida em setores de acordo com a disciplina: arquitetura, engenharia e orçamento. Cada um desses setores é coordenado por um chefe (coordenador), que responde a uma diretora e a um superintendente. A Superintendência de Projetos e Obras (SPO)

abrange também outro setor, a Diretoria de Fiscalização de Obras, que não será foi considerado para este estudo.

Figura 1 – Estrutura Organizacional SPO



Fonte: Adaptado de SPO/UFPE (2023).

Assim, foram conduzidas entrevistas com dois grupos distintos dentro da DPP: as equipes de projeto em si e seus respectivos supervisores. As questões direcionadas às equipes de projeto exploraram as barreiras internas e suas percepções sobre o BIM, enquanto os questionamentos feitos aos supervisores abordaram os aspectos técnicos dos processos envolvidos nos projetos.

Esse método revelou-se especialmente útil para a compreensão das perspectivas variadas nas equipes de projeto, uma vez que as respostas individuais garantiram uma gama diversificada de *insights*. No entanto, as respostas dos gestores demonstraram uma uniformidade mais pronunciada, resultado principalmente da natureza técnica das perguntas formuladas.

Com base nesse instrumento de coleta de dados, foi possível mapear os pontos de vista dos colaboradores da DPP, tanto das equipes de projeto quanto das chefias, proporcionando uma análise abrangente das barreiras e perspectivas relacionadas à adoção do BIM. A análise das respostas de ambos os grupos resultou na construção das figuras, visando uma compreensão mais aprofundada das problemáticas e de suas conexões.

Os resultados esperados com a utilização da metodologia BIM e com o uso do PEB para o planejamento e controle dos projetos é de melhoria do processo de projeto, incluindo um aumento da produtividade, a redução de erros e uso eficiente dos recursos, bem como aprimoramento da qualidade dos projetos.

No desenvolvimento deste artefato do tipo método, um novo desenho de processo de trabalho passando do CAD para o BIM e como resultado, o PEB. Para construção deste artefato foram levados em consideração as revisões de literatura e o mapeamento do fluxo de valor do processo atual. Demonstrando assim, as melhorias que são esperadas com essas mudanças e a avaliação de acordo com as medidas de desempenho.

A comunicação interna do produto foi realizada, apresentando o PEB para a chefia e para o restante da equipe, as considerações foram levadas em conta com os ajustes no documento apresentado (Apêndice A). Em seguida, os resultados serão comunicados por meio da publicação acadêmica.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos, introdução, fundamentação teórica, revisão da literatura, DSR e considerações finais com sugestões para trabalhos futuros, os quais serão apresentados nos parágrafos abaixo.

No Capítulo 1, estão expostos o problema, a justificativa, os objetivos gerais e específicos e a metodologia desta pesquisa.

No Capítulo 2, se encontra a fundamentação teórica, a qual é dividida em quatro partes principais. Trazendo os principais conceitos da literatura sobre BIM e PEB, também conceitos sobre LOD, IFC, parametrização, maturidade e trabalho colaborativo e por último, conceitos sobre o Mapeamento de Fluxo de Valor.

O Capítulo 3 apresenta a revisão de literatura realizada visando identificar pesquisas existentes sobre o tema e demais contribuições realizadas por outros pesquisadores a respeito do PEB. Na seção 3.1 trazendo os principais desafios em um desenvolvimento de um PEB e na seção 3.2 a identificação dos principais requisitos para a elaboração de um PEB. Por fim no item 3.3 constam as considerações sobre o capítulo.

O Capítulo 4, expõe a contextualização do setor em estudo (4.1) e dos processos atuais para um entendimento geral do funcionamento e das problemáticas existentes (4.1.1). Seguindo, estão apresentados o mapeamento do fluxo de valor com a análise dos processos na DPP (4.1.2). O item 4.2 descreve o desenho do estado futuro através do novo processo

baseado na produção enxuta e nos princípios do método BIM. No item 4.3 tem-se a apresentação do Plano de Trabalho e da Implementação da Proposta de PEB. Por fim, as considerações em relação ao capítulo (4.4).

No Capítulo 5, são apresentadas as considerações finais do estudo, juntamente com as contribuições do trabalho e as limitações da pesquisa (Seção 5.1). Ademais, também são fornecidas sugestões para trabalhos futuros (Seção 5.2).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o embasamento teórico desta pesquisa, foi realizado um levantamento bibliográfico acerca dos principais conceitos e definições de *Building Information Modeling* (BIM), Plano de Implementação BIM (PIB) e Plano de Execução BIM (PEB) e dos assuntos que os permeiam, como conceitos sobre usos BIM, LOD, IFC, objetos paramétricos, maturidade, trabalho colaborativo e mapeamento de fluxo de valor.

2.1 CONCEITO DE BUILDING INFORMATION MODELING - BIM

Segundo Eastman *et al.* (2008), um dos primeiros conceitos que conhecemos hoje como BIM foi trazido à tona em uma publicação pelo próprio Eastman em 1975, no extinto *AIA Journal*, na Universidade de Carnegie-Mellon. O conceito de BIM foi definido por ele como elementos de definição interativa de onde se derivam cortes, plantas, perspectivas, e que qualquer mudança teria que ser feita uma única vez para que os desenhos fossem atualizados. Todos os desenhos eram derivados do mesmo arranjo de elementos que seriam automaticamente consistentes, qualquer tipo de análise quantitativa poderia ser acoplado diretamente à descrição, as estimativas de custos ou quantidades de materiais poderiam ser facilmente geradas, em um único banco de dados integrado para análises visuais e quantitativas (EASTMAN, 1975 apud EASTMAN *et al.*, 2008).

Este conceito pode ser expandido para um conceito mais atual como o do Comitê Nacional de Padrões de Modelagem de Informações de Construção dos Estados Unidos (NBIMS-US), que define o BIM como sendo um recurso de conhecimento compartilhado para informações sobre uma instalação, formando uma base confiável para decisões durante seu ciclo de vida, desde a primeira concepção até a demolição. Sendo uma premissa básica do BIM, a colaboração de diferentes partes interessadas, nas diversas fases do ciclo de vida dessa instalação, possuindo informações importantes para apoiar as tomadas de decisão das partes interessadas (MESSNER *et al.*, 2019).

No Brasil, de modo semelhante, o decreto nº 10.306 de 2020, definiu o BIM como sendo um conjunto de tecnologias e processos integrados que possibilita a criação, utilização e atualização de modelos digitais de uma construção de forma colaborativa. Esses modelos têm como objetivo atender a todas as necessidades dos participantes envolvidos no empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da construção permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, que

sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da construção (BRASIL, 2020).

Para Succar e Kassem (2015) o BIM não é considerado apenas como uma tecnologia, mas também um processo de gerenciamento de projetos. Assim como Eastman *et al.* (2008), entendem que o BIM é um dos avanços mais importantes para a indústria da arquitetura e construção e que, se implementado de forma correta, facilita o processo de projeto e de construção de maneira mais integrada, resultando em produtos com melhor qualidade e menor custo e duração de projeto.

De acordo com o *National BIM Standard* (2015) da *BuildingSMART Alliance*, o termo BIM é o que representa três funções separadas, mas vinculadas. Sendo assim, a Modelagem da Informação da Construção é um processo de negócios para criação e utilização de dados para projetar, construir e operar uma edificação durante seu ciclo de vida. Assim, o BIM admite que as partes interessadas acessem as mesmas informações através da interoperabilidade proposta pelo *software*. É também a representação digital do meio físico, ou seja, representa as características da instalação para além das formas geométricas, contendo informações funcionais. Além disso, representa a organização e o controle do processo de negócios quando efetua o compartilhamento das informações do ativo durante seu ciclo de vida.

Podemos então concluir que o BIM não se trata de um *software* específico, trata-se de um conceito mais amplo que sim, abrange tecnologias em desenvolvimento, como *softwares*, *plug-ins*, *hardwares* que fornecem a base para que a metodologia possa então se expandir. Também não se trata apenas de um modelo em 3D. Esse modelo deve ser formado por objetos e esses objetos devem possuir informações, atributos, parametrizados, ou seja, devem suportar alterações, e tais ajustes devem automaticamente serem incorporados nas vistas 2D (EASTMAN *et al.*, 2008).

De acordo com tais definições, pode-se dizer que são poucos os projetos que estão utilizando o BIM em sua totalidade. Segundo Eastman *et al.* (2008), talvez demore vários anos para atingir tal patamar. Além do impedimento da própria tecnologia, que diferente de seu conceito, é necessário ultrapassar várias barreiras, como as atitudinais, por exemplo.

2.1.1 BIM no Brasil e no mundo

No contexto de regulamentação nacional, existem duas normas sobre o BIM em vigor, a NBR ISO 12006 e a NBR 15965, sendo que três das sete partes desta última ainda estão em

fase de classificação. Essa é a primeira norma brasileira que trata do Sistema de Classificação de Informações, sendo uma adaptação da OMNICLASS, o sistema de classificação de normas americanas. Também são observadas iniciativas governamentais à nível nacional, bem como ações isoladas de alguns Estados.

No Brasil os esforços para implementação do BIM na indústria da Construção Civil tiveram seu início em meados dos anos 2000 com a iniciativa de alguns órgãos e empresas privadas. O exército brasileiro foi um dos pioneiros a utilizar a plataforma BIM em seu Sistema Unificado do Processo de Obras (OPUS), que nada mais é do que um sistema de apoio à decisão. Outros órgãos que iniciaram seus processos em BIM foram o DNIT e o PBQP-H, vinculado ao Ministério das Cidades, com o antigo Programa Minha Casa Minha Vida, hoje substituído pelo programa Casa Verde e Amarela. (JUSTI, 2021)

Atualmente grandes contratantes passaram a exigir o uso do método BIM para suas obras de construção e infraestrutura, tais como a Petrobrás, com os projetos de plataformas de pré-sal em 2017, todas desenvolvidas dentro da metodologia BIM, o INPI, a Cedurp e o SENAI. Santa Catarina foi Estado que se destacou por utilizar o BIM em uma de suas obras e lançar um Caderno de Apresentação de Projetos BIM, um documento base que descreve e normatiza procedimentos para o desenvolvimento de projetos em BIM e que deve ser anexado em editais para contratação de projetos. (GOVERNO DE SANTA CATARINA, 2013; JUSTI, 2021)

A CBIC, em 2016, lançou um guia para implementação BIM, voltado para construtores e incorporadores, com o objetivo de dar orientações sobre o uso do BIM. Além disso, a ABNT, definiu um conjunto de seis normas técnicas voltadas ao BIM, que inclui requisitos de objetos de modelagem, diretrizes para bibliotecas, classificação de sistemas e gerenciamento de informações na construção (CBIC, 2018).

A ABDI, em 2017, juntamente com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços lançaram uma Coletânea BIM, com seis volumes no total, que possui o intuito de orientar o planejamento, projeto, contratação, fiscalização e recebimento de obras públicas ou privadas com o BIM. Assim, surge também o comitê da Estratégia BIM BR com a finalidade de difundir a plataforma no Brasil. Em 2019, também foi criada a frente parlamentar do BIM por meio do requerimento nº 2742/2019, em 21 de outubro de 2019, para lutar para que a metodologia se torne obrigatória em todos os órgãos do governo. E em 1º de abril de 2021 foi publicada a Nova Lei de Licitações (14.133/21) para substituir a antiga lei 8.666/93, que cita em seu texto o uso preferencial do BIM para projetos em obras públicas (JUSTI, 2021).

Um estudo realizado por Kassem e Succar (2017) fez uma análise de 21 países que estão utilizando o BIM. Dentre eles o Reino Unido, a Finlândia, a Holanda, a Coreia do Sul e a China saem na frente em vários componentes em relação a difusão e uso do BIM. O Brasil está na frente de países como a Malásia, Espanha e Rússia na maioria desses aspectos, tais como: processo de colaboração, de modelagem e ações políticas, por exemplo.

Uma análise mais recente mostra que muitos países exigiram o uso do BIM, mas em diferentes níveis. Os EUA, desde 2007 passaram a exigir o uso obrigatório do BIM, sendo um dos primeiros países. Na Europa, em 2014, o Parlamento Europeu exigiu que membros da União Europeia incentivassem o uso do BIM em projetos financiados com verba pública. Países como a Dinamarca, Finlândia, Noruega, Reino Unido e Holanda, foram os países pioneiros na Europa. Desses países o que mais se destacou foi o Reino Unido por apresentar uma implantação mais abrangente nos setores da construção civil, mas também na infraestrutura e abrangendo todas as etapas do projeto. Da mesma forma, é o único país europeu que propôs um roteiro BIM claro e de longo prazo que ilustra o passo a passo da implementação até 2020, a Estratégia de Construção do Governo 2011–2016 e 2016–2020 (JIANG *et al.*, 2022).

Na Ásia, em Cingapura houve um grande avanço do uso obrigatório da implementação do BIM. O país foi pioneiro no uso obrigatório do BIM no setor de construção em 2012 e estendeu o mandato até 2015. Em Hong Kong, o Departamento de Desenvolvimento também exigiu o BIM em projetos de trabalho de alto valor desde janeiro de 2018. Na Austrália, em 2012, uma iniciativa nacional de BIM foi preparada pela *buildingSMART*, recomendando que o governo exigisse BIM colaborativo 3D completo para todas as aquisições de construção do governo australiano até 1º de julho de 2016. Em 2018, um novo mandato com foco em infraestrutura foi desenvolvido pelo Governo de Queensland (JIANG *et al.*, 2022).

Além da obrigatoriedade no uso do BIM por ações governamentais, deve haver um incentivo maior nos benefícios e facilidades para quem começar a utilizar o BIM. O que estamos vendo é o governo fazendo um decreto e os órgãos de controle pressionando para que haja a mudança, mas não há facilidades na aquisição de *hardware* e *software* para que isso aconteça da melhor forma possível. Não há nenhum incentivo de fato, apenas uma obrigação. Isso acaba por dificultar a implementação, que por si só já enfrenta várias barreiras.

2.1.2 PIB - Plano de Implementação BIM

Antes de iniciar a adoção do BIM, é crucial realizar uma análise profunda da organização. Conforme indicado por Eastman *et al.* (2008), a transição de um ambiente CAD para um ambiente BIM vai além da simples aquisição de *software*, treinamento e atualização de *hardware*. Para utilizar essa tecnologia de maneira efetiva, é necessário promover mudanças em quase todos os aspectos da empresa. Isso requer um entendimento profundo tanto da tecnologia quanto dos processos correlatos, além da formulação de um plano de implementação antes mesmo de dar início à transformação. Durante esse processo, contar com a orientação de um consultor externo pode ser altamente benéfico para o planejamento.

De maneira geral, as etapas a serem contempladas no plano de implementação do BIM são:

- Designar a alta gerência com a responsabilidade de elaborar um plano de implementação do BIM abrangendo todos os aspectos operacionais da empresa, bem como as implicações das mudanças nos departamentos internos, parceiros e clientes.
- Constituir uma equipe interna encarregada de executar o plano, com um orçamento definido para custos, cronograma e desempenho, a fim de guiar suas atividades.
- Iniciar a utilização do BIM em um ou dois projetos menores, possivelmente projetos já finalizados, de forma paralela à tecnologia preexistente. Isso proporcionará oportunidades de aprendizado à equipe e auxiliará na identificação de desafios.
- Utilizar os resultados iniciais para educar e orientar uma adoção contínua do software BIM, fornecendo treinamento adicional à equipe.
- Expandir o uso do BIM para novos projetos e promover uma colaboração efetiva com membros externos das equipes de projeto.
- Continuar a integrar as capacidades do BIM em outros aspectos da empresa e refletir esses novos processos de negócios em documentos contratuais com os clientes.
- Periodicamente, revisar o processo de implementação do BIM para refletir os benefícios obtidos e os desafios encontrados, estabelecendo novas metas de desempenho, cronograma e custos.

Conforme descrito na Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras Volume 2, o conceito central de um Plano de Implementação BIM é a sua natureza de projeto formal, concebido para introduzir o BIM em uma organização. Esse plano deve ser devidamente registrado, mantido sob controle e aderir às melhores práticas de gestão de projetos. Seu propósito é o de estabelecer as etapas e atividades requeridas para uma incorporação eficiente e eficaz do BIM na organização.

Dentre as principais informações que deve conter, incluem-se a identificação da fase no ciclo de vida do empreendimento para dar início à implantação, a definição dos propósitos subjacentes à adoção do BIM, a descrição dos cenários de aplicação do BIM, a realização de um projeto piloto representativo, o treinamento da equipe, bem como os ajustes e a garantia de qualidade dos modelos BIM, entre outros fatores pertinentes (CBIC, 2016).

Seguir esses elementos é de suma importância para garantir a implementação efetiva do BIM na organização, levando em consideração suas características individuais. Os principais componentes de um Plano de Implementação BIM englobam:

- Identificação da fase central no ciclo de vida do projeto que é mais adequada para o início da adoção do BIM.
- Estabelecimento dos objetivos da implementação BIM, alinhados com as metas estratégicas da própria empresa.
- Especificação dos cenários de aplicação do BIM a serem executados.
- Realização de um projeto-piloto que represente os tipos de empreendimentos comumente conduzidos pela empresa ou entidade interessada na adoção do BIM.
- Planejamento detalhado do projeto de implementação BIM, respeitando as boas práticas de gestão de projetos.
- Avaliação do nível de documentação e controle do projeto de implementação BIM.
- Capacitação da equipe envolvida no projeto de implementação BIM.
- Execução de ajustes e verificações de qualidade nos modelos BIM.
- Incorporação do BIM desde as etapas iniciais do desenvolvimento dos projetos.
- Reconhecimento da importância do planejamento nas fases construtivas.
- Investimento na formação de profissionais em BIM.

- Avaliação e eventual ajuste na remuneração de arquitetos e projetistas para refletir o escopo expandido proporcionado pelo BIM.

Segundo as observações de Arayici *et al.* (2011), um aspecto importante para a adoção da tecnologia BIM é a de seguir uma abordagem ascendente, em vez de uma abordagem descendente, ou seja, a mudança deve partir de quem irá trabalhar com o BIM e não pela alta gerência, de forma a efetivamente gerar mudanças e superar as resistências. A incorporação e implementação do BIM abrangem aspectos sociotécnicos, englobando pessoas, processos e tecnologia.

Em resumo, o Plano de Implementação BIM é um elemento crucial para assegurar uma transição bem-sucedida para o BIM na organização, adaptando-se às suas necessidades e particularidades. Essas etapas, conforme destacadas por Eastman *et al.* (2008), constituem os pilares fundamentais para uma bem-sucedida implementação do BIM em uma organização.

2.1.3 PEB - Plano de Execução BIM

O PEB, conhecido como BIM Execution Plan ou Plano de Execução BIM, é um processo essencial que proporciona uma visão abrangente do projeto com detalhes específicos para orientar a equipe durante todo o empreendimento. Ademais, possui o propósito de auxiliar o empregador e os membros do projeto a registrar as entregas e procedimentos BIM acordados previamente, estabelecendo claramente os papéis e responsabilidades para cada uma dessas entregas (RAMÍREZ-SÁENZ *et al.*, 2018).

Segundo Messner *et al.* (2019), o desenvolvimento do plano deve ocorrer nos estágios iniciais do projeto e ser continuamente monitorado, atualizado e revisado conforme necessário ao longo da fase de implementação. O PEB tem a função de estabelecer o escopo da implementação do BIM, mapear o fluxo de processos para as tarefas, estabelecer as trocas de informações entre as partes envolvidas e descrever o projeto e a infraestrutura da empresa necessária para dar suporte à implementação, entre outras atribuições.

Um PEB abrangente deve estabelecer os usos apropriados do BIM em um projeto, além da autoria, revisão e coordenação do projeto, também deve-se ter um planejamento detalhado, bem como a documentação do processo de execução do BIM ao longo do ciclo de vida de uma instalação. Uma vez que o plano é criado, a equipe pode acompanhar e monitorar seu progresso em relação a esse plano inicial, a fim de obter os máximos benefícios da implementação do BIM (Messner *et al.*, 2019).

Conforme Messner et al. (2019) citam no Guia de Planejamento de Execução BIM, o objetivo é estimular o planejamento e a comunicação da equipe nas fases iniciais do projeto.

O desenvolvimento do PEB ocorre em quatro etapas:

- Identificar os usos do BIM;
- Projetar o processo de execução do BIM, criando mapas de processo;
- Definir as entregas do BIM em termos de informações necessárias;
- Desenvolver a infraestrutura, incluindo contratos, procedimentos de comunicação, tecnologia e controle de qualidade, para apoiar a implementação.

Para o Guia AsBEA de boas práticas (2013) na definição de uma metodologia de implantação do BIM é importante que contemple:

- O levantamento de dados dos processos atuais para comparação com dados futuros;
- O planejamento do período de transição em relação aos projetos em andamento;
- A definição da intensidade da carga de trabalho sobre essa equipe e quanto tempo será destinado para a implementação;
- A verificação da necessidade de um grupo de suporte interno ou de consultor externo para monitorar os trabalhos das equipes no desenvolvimento dos primeiros projetos.

O suporte seja ele, interno ou externo, visa garantir prazos e trazer segurança, bem como o comprometimento dos profissionais envolvidos. Ainda, a equipe pode verificar quais são as dúvidas mais recorrentes e atuar fazendo cursos extras e treinamentos específicos de reforço (Guia AsBEA, 2013).

Hadzaman *et al.* (2016) propõem um processo de desenvolvimento do PEB que pode ser dividido em duas etapas distintas: o projeto do processo de execução do projeto BIM e o desenvolvimento do processo de troca de informações. Além disso, eles destacam três elementos principais que devem ser considerados em um PEB.

- As metas para o BIM, tais como aumento de produtividade, redução do cronograma, aumento da qualidade do projeto;
- Os usos do BIM, os procedimentos que serão realizados com a integração do BIM e;

- Quem seriam os responsáveis, definir de maneira clara cada pessoa envolvida no projeto e seu papel de acordo com os requisitos do PEB.

De acordo com Nicoleta (2021) o Plano de Execução BIM deve ser desenvolvido durante os estágios iniciais de projeto de um projeto e continuamente desenvolvido, monitorado, atualizado e revisado conforme necessário durante a fase de implementação do projeto. Este plano deve definir o escopo, os fluxos dos processos, as tarefas BIM, as trocas de informações entre as partes e definir a infraestrutura da empresa necessária para apoiar a implementação. Portanto, o PEB é entendido como um documento vivo que inclui:

- O escopo do projeto;
- Detalhes sobre a estratégia de entrega;
- Definição dos papéis e responsabilidades do BIM;
- Os marcos do projeto;
- O resumo da capacidade e capacidade da equipe de entrega;
- O uso dos recursos de TI;
- Colaboração / geração de dados / troca de informações;
- Padrão do projeto;
- Os Métodos e Procedimentos do projeto;
- Propriedade de dados;
- Entregas/projeto encerrar.

Com base em uma análise do Guia 04 de contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia da ABDI (2017), apesar das variações na nomenclatura e formato do PEB, os objetivos principais permanecem consistentes. Esses objetivos incluem a organização dos processos BIM ao longo do empreendimento, a definição de responsabilidades e produtos associados, e o estabelecimento de um modelo de comunicação e implementação para todos os participantes do empreendimento, abrangendo todas as fases do seu ciclo de vida.

O Plano de Execução BIM desempenha um papel crucial na minimização dos riscos que surgem com a adoção de uma nova tecnologia, especialmente considerando que as equipes são multidisciplinares, heterogêneas e possuem diferentes níveis de familiaridade com o processo. É essencial que o planejamento do PEB seja iniciado desde o início do projeto e seja anexado aos documentos do edital de licitação ou contrato, para garantir uma implementação adequada (ABDI, 2017).

Em um projeto de implementação do BIM, assim como em qualquer projeto formal, é recomendável seguir as boas práticas. A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) sugere adotar as técnicas do *Project Management Institute* (PMI) para a gestão do projeto de implementação do BIM, além dos processos específicos relacionados ao BIM. A equipe de projeto deve avaliar e decidir quais dos 42 processos do PMI serão realizados, levando em consideração a quantidade de fases, processos e usos pretendidos. É importante realizar um planejamento abrangente nos estágios iniciais do projeto, contemplando tanto a visão geral quanto os detalhes da implementação que serão seguidos durante todo o empreendimento (CBIC, 2016).

A CBIC enfatiza que o plano BIM deve definir o escopo da implementação do BIM no projeto, identificar os fluxos de processos para as atividades BIM, estabelecer as trocas de informações entre as diversas partes envolvidas e descrever a infraestrutura necessária para que a empresa forneça suporte efetivo à implementação do projeto. Dessa maneira, o objetivo do plano BIM é aprimorar a qualidade do planejamento, reduzir incertezas no processo e mitigar os riscos do projeto (CBIC, 2016).

De acordo com o *Publicly Available Specification* - PAS 1192-2:2013, desenvolvido pelo *British Standards Institution*, há dois tipos de PEB. O primeiro tipo é apresentado antes da assinatura do contrato e tem como objetivo abordar as questões levantadas no EIR (*Employer's Information Requirement*) ou Necessidades de Informação do Cliente. Esse documento, elaborado pré-licitação, estabelece as informações a serem entregues, bem como os padrões e processos a serem adotados pelo fornecedor como parte do processo de entrega do projeto. O segundo tipo de PEB é elaborado após a adjudicação do contrato e apresenta detalhes mais aprofundados, explicando a metodologia que o fornecedor utilizará para entregar o projeto utilizando o BIM. Portanto, o PEB requer um esforço prévio do contratante para evitar a existência de lacunas que comprometam o entendimento dos objetivos do projeto.

Nicoleta (2021) explica que no contexto do Reino Unido, a PAS 1192-2:2013 definiu o Plano de Execução do Projeto BIM como um documento elaborado pelos fornecedores para explicar como seriam realizados todos os aspectos de modelagem de informações do projeto. É importante destacar que este conceito difere do entendimento presente na ISO 19650-2, onde o PEB tem dois propósitos diferentes no apoio às atividades de licitação, que seriam a nomeação e a entrega de informações.

O primeiro seria fornecer evidência à parte que o indicou de que a equipe de entrega potencial pode gerenciar as informações do projeto de acordo com quaisquer requisitos de

informação fornecidos a eles, referido como o PEB pré-nomeação. E o segundo seria fornecer uma ferramenta de entrega que a equipe de entrega designada usará para produzir, gerenciar e trocar informações do projeto durante a nomeação, juntamente com outros recursos. Isso é referido na ISO 19650-2 como a equipe de entrega PEB (NICOLETA, 2021).

Resumindo, o plano de execução BIM define “quem, o quê, quando e onde” em um projeto BIM. E o modo mais simples de iniciar um PEB é utilizar um *template* como base e ajustar conforme o contexto do projeto, sabendo que um PEB geralmente é específico do projeto e é continuamente atualizado durante o ciclo de vida do projeto (NICOLETA, 2021).

Desta forma, é imprescindível que a organização faça seu planejamento inicial com uma abordagem mais generalista e com as lições aprendidas de cada projeto faça a revisão desse plano, transformando em um plano de ação mais robusto e completo.

2.1.4 Usos BIM

O uso BIM está descrito como um dos itens que devem listar nos PEB's de acordo com alguns guias e *handbooks*, sendo assim, seu entendimento é importante para a construção de um PEB. Segundo o estudo de Kreider & Messner (2013) o uso BIM é definido como um método de aplicação da Modelagem de Informações da Construção durante o ciclo de vida de uma edificação para atingir um ou mais objetivos específicos. Existem cinco propósitos principais para os usos, que seriam:

- Coleta;
- Geração;
- Análise;
- Comunicar;
- Perceber.

Tais propósitos segundo os autores podem ser decompostos em mais 18 sub propósitos. Estes sistemas e procedimentos de classificação de uso do BIM fornecem a terminologia e as estruturas fundamentais para comunicar os propósitos para os quais o BIM é implementado. No geral, a classificação de usos do BIM permite uma melhor comunicação dos propósitos e métodos de implementação do BIM ao longo do ciclo de vida de uma instalação (KREIDER & MESSNER, 2013).

2.2 CONCEITOS TÉCNICOS

Além dos principais conceitos sobre BIM e PEB, tem-se também outros conceitos técnicos para entendimento geral de como funcionam os *softwares* BIM, tais como IFC, LOD e objetos paramétricos, também sobre as questões gerenciais importantes que se aplicam ao BIM como maturidade da organização e trabalho colaborativo, que estão detalhados a seguir.

- IFC:

Para a troca eficaz de informações entre os diferentes tipos de softwares BIM foi necessário que a indústria criasse um produto neutro que desse esse suporte, então em 1994 um consórcio nomeado de *Industry Alliance for Interoperability* (AIA) formado por 12 empresas, entre elas a Autodesk, criou esse conjunto de classes, *Industry Foundation Classes* (IFC), com o objetivo de auxiliar o desenvolvimento de aplicações integradas (MANZIONE, 2013).

Em 2005 a AIA se tornou a *buildingSMART*, desenvolvendo padrões de trabalho BIM de maneira aberta, os chamados *open* BIM, que se baseiam em três pilares: o IFC que define como será a troca de informações do modelo, o IFD - *International Framework for Dictionaries*, que define qual informação será trocada e o IDM/MVD - *Information Delivery Manual / Model View Definition*, que fala sobre os processos de troca especificando quando e quais informações serão compartilhadas (MANZIONE, 2013).

De acordo com Eastman *et al.* (2008), existem dois tipos de padrões para definir objetos de construção, os chamados IFC's: os proprietários e os de código aberto. Enquanto os padrões proprietários são restritos e disponibilizados apenas por seus criadores, os de código aberto são publicamente disponíveis. Esses padrões têm como objetivo fornecer um mecanismo de interoperabilidade entre aplicativos que possuem diferentes formatos internos, o que proporciona uma maior flexibilidade, mas pode resultar em uma interoperabilidade reduzida, especialmente se diversos programas de *software* em uso não suportarem os mesmos padrões de intercâmbio. A utilização desses padrões permite a exportação e importação de objetos entre aplicativos BIM, possibilitando uma maior integração e colaboração entre as diferentes equipes envolvidas em um projeto de construção.

- LOD:

O conceito de LOD ou *Level of Development* é basicamente o nível de detalhamento de um objeto. O *American Institute of Architects* - AIA desenvolveu esse conceito e o inseriu

em um documento, o *BIM Protocol Exhibit* (2008), no qual aborda questões como responsabilidades pelos elementos, os usos que são autorizados, a responsabilidade pelo gerenciamento e as propriedades do modelo. Ao todo foram definidos cinco LOD's, que vão de 100 a 500.

Por exemplo, um elemento desenvolvido para LOD100 deve incluir “massa geral do edifício indicativo de área, altura, volume, localização” e pode ser usado em um estudo preliminar, em uma análise ou estimativa de custos. Se esse elemento foi desenvolvido para o LOD300 “são modelados como montagens específicas precisas em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação” e o BIM pode ser usado para produzir desenhos de construção. O LOD500 normalmente será utilizado em um “*as built*”, pois os elementos foram modelados conforme construídos e com informações exatas e precisas de dimensões, peso, quantidade, localização, entre outros (AIA, 2008).

- Objetos Paramétricos:

Outro conceito bastante utilizado no BIM são os objetos paramétricos. De acordo com a definição de Eastman *et al.* (2008) os objetos paramétricos consistem em “definições geométricas, dados e regras associados a geometria são integradas de forma não redundante e não permitem inconsistências”. Assim, quando um objeto se mostra em 3 dimensões, sua forma terá que ser exatamente igual nas diversas vistas em duas dimensões, não podendo assim ser forçadas dimensões. Quando há uma modificação em uma das vistas, as demais são ajustadas automaticamente.

Os objetos paramétricos também podem ter diferentes níveis de agregação, desta forma, pode-se definir uma parede e os componentes que estão relacionados a ela. Tais regras podem identificar quando uma alteração específica descumpra a viabilidade do objeto em relação às características do mesmo, como o tamanho, fabricante, entre outros. O que torna interessante nesses objetos é que eles possuem a capacidade de transmitir ou exportar, vincular ou receber conjuntos de atributos, por exemplo, materiais estruturais, dados acústicos, dados de energia para outras aplicações e modelos (EASTMAN *et al.*, 2008).

- Maturidade do BIM:

O conceito de maturidade definido por Succar (2009) é utilizado para identificar melhorias que podem ser realizadas nos processos para obtenção de benefícios específicos. A Matriz de Maturidade BIM desenvolvida por ele, propõe que a maturidade de uma organização deve ser suportada por meio de três campos BIM: tecnologia, processos e

políticas, em que cada campo apresentará seus próprios envolvidos no projeto, requisitos e entregas.

Succar (2009) ainda detalha a maturidade do BIM em três componentes: a tecnologia, que abrange um conjunto de técnicas, habilidades, métodos e processos usados no BIM. Incluindo os *softwares*, como por exemplo, Autodesk Revit®, Bentley®, Tekla®, e *hardware*, que são definidos pelos computadores, monitores e periféricos de entrada e saída. O processo que são os recursos humanos e os produtos para gerar e alavancar dados de construção para projetos de projeto, construção e operação e a política que são uma série de documentos contratuais escritos ou não escritos que têm precedência sobre os acordos existentes, incluindo requisitos/questões de coordenação e conflito, propriedade do modelo, requisitos do modelo e gerenciamento do modelo.

O BIM tem experimentado um rápido desenvolvimento nos últimos anos, sua evolução, entretanto, não está relacionada apenas às tecnologias, mas aos processos e aos protocolos adotados. Ao contrário da aplicação extensiva, uma implementação bem-sucedida requer uma compreensão completa da situação atual das operações, bem como medições avançadas. As medições de maturidade do processo se concentram no processo de modelagem e no fluxo de informações do BIM e principalmente na coordenação entre diferentes disciplinas e nos processos de documentação (WU *et al.*, 2017).

- Colaboração:

Um importante fator de sucesso no BIM é a colaboração, já que os projetistas trabalham em um único modelo, devendo trabalhar em conjunto de maneira multidisciplinar para que no processo de troca de informações as interferências sejam notadas e discutidas nas fases iniciais do projeto, assim as qualidades do BIM sejam realmente aproveitadas (RAMÍREZ-SÁENZ *et al.*, 2018).

Segundo o PMI (2017), a colaboração é indispensável para que um projeto seja bem executado e tenha sua entrega bem-sucedida. Para o gerenciamento de projetos a colaboração faz parte de várias áreas de conhecimento, tais como comunicação, integração, gerenciamento de recursos e das partes interessadas. Então, um dos pontos-chaves do gerenciamento de projetos é uma equipe colaborativa e eficaz, e essa é uma das responsabilidades do gerente de projetos.

De acordo com o guia AsBEA (2013) o procedimento de colaboração é um conjunto de regras que devem orientar o desenvolvimento, intercâmbio e sincronismo dos arquivos. Na ABNT NBR 15965 existe uma Matriz de Responsabilidades no Desenvolvimento de

Elementos Projetuais - MRDEP, na qual estão relacionados os elementos do projeto, organizados segundo uma tabela (3E) ligados a seus respectivos responsáveis para cada uma das etapas previstas e, também, ao ND (nível de desenvolvimento) previsto para cada elemento em cada etapa. Isso é importante pois as informações corretas são imprescindíveis para a montagem do arquivo federado que integra as diferentes disciplinas.

Em seu estudo, Ramírez-Sáenz *et al.* (2018), concluíram que a principal barreira no fluxo de trabalho das empresas é a resistência à mudança de processos padrão para processos integrados e colaborativos. Outra barreira encontrada é a falta de pessoal qualificado e a ausência de uma estrutura clara que regule a responsabilidade dos profissionais BIM. Assim, a implementação BIM impõe novos e difíceis desafios que podem levar a conflitos entre as partes interessadas do projeto.

O BIM acaba impondo que novas habilidades e estratégias sejam formadas nas diferentes equipes de projeto, e isso requer novas formas de interação e competências. Para Eastman *et al.* (2008) um dos desafios na colaboração entre equipes é determinar os métodos de compartilhamento de informações mais adequados. Para ele, esses problemas podem ser reduzidos usando os padrões IFC para troca de dados ou padrões proprietários.

Como o BIM trabalha de forma cooperativa, é necessária a integração dessas equipes de trabalho, sem isso estamos falando em uma mudança apenas de *software* e não de processo. Os projetos de construção desenvolvidos em BIM são normalmente entregues por meio de uma implantação de Redes de Construção Baseadas em BIM (BbCNs), nas quais as equipes são compostas por membros de organizações especializadas e são contratadas para executar obras relacionadas ao BIM (ORAEE *et al.*, 2019).

Por isso a colaboração em BbCNs é vista como um pré-requisito para o sucesso em projetos usando o método BIM. Então, a colaboração é de suma importância no gerenciamento de projetos de construção, mas manter a colaboração entre membros provenientes de várias disciplinas e organizações provou ser algo problemático. Segundo Oraee *et al.* (2019) a má colaboração é um dos principais riscos que afetam os projetos em BIM, já que todos trabalham em um modelo único, a falta de colaboração nas equipes de projeto de construção resulta em mal-entendidos, interpretações errôneas de dados, má comunicação e, conseqüentemente, aumento do retrabalho.

De acordo com o Guia AsBEA de boas práticas (2013) a decisão de implementar a plataforma BIM na organização deve ter a consciência da alta gestão que tudo isso envolverá uma mudança de cultura e também que deve haver uma conscientização de toda a equipe no

processo, principalmente em se tratando de equipes heterogêneas, na qual existem diferentes níveis de experiência profissional e também para aptidão com novas tecnologias.

Segundo Messner *et al.* (2019) como não há um único caminho para a implementação, cada equipe deve planejar sua própria estratégia em conjunto, de acordo com os objetivos de cada projeto, entendendo suas características e as capacidades dos membros da equipe. Desta forma, uma outra importância do planejamento é a de minimizar os riscos que a adoção de uma nova tecnologia traz, uma vez que as equipes são heterogêneas e o grau de familiarização com o processo não é o mesmo (ABDI, 2017).

No entanto, além das questões técnicas das trocas de informações, tem-se também o fator humano na colaboração entre os projetos. Uma das etapas do sucesso do projeto de implementação do BIM é a sensibilização dos colaboradores para a importância da adoção do BIM e a necessidade de mudanças estruturais para sua adequada implantação.

2.3 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Uma das ferramentas gerenciais que podem ser utilizadas para análise do fluxo das informações e do processo de projeto é o Mapeamento de Fluxo de Valor. O MFV (Mapa do Fluxo de Valor) é uma ferramenta empregada na produção enxuta, visando especialmente reduzir o tempo e os recursos necessários em uma linha de produção. Esse mapa é uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. O desenho do “estado futuro” é a descrição de como a unidade produtiva deveria atuar para melhor fluir, esse mapeamento é uma ferramenta qualitativa que descreve como atingir as metas estipuladas (ROTHER & SHOOK, 2003).

A produção enxuta visa a eliminação do desperdício, e uma das fontes mais importantes do desperdício é o excesso de produção, o que significa que está acumulando em algum ponto do processo. Segundo Rother e Shook (2003) quando há o excesso de produção é porque o processo está ocupado fazendo algo de errado, ou seja, a capacidade de operação está sendo utilizada e na realidade ela ainda não é necessária, não está atendendo às necessidades do cliente.

De acordo com Shingo (1996), o sistema Toyota de Produção tem como objetivo principal a organização do processo para que esteja em sincronia, a quantidade e o tempo corretos para a alimentação da próxima etapa da linha de produção. O sistema Toyota foca em evitar esse excesso de produção, fabricando apenas o necessário, evitando assim o desperdício como estoques acumulados, perda de espaço e custos associados.

A produção enxuta baseia-se na construção de um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita, em um fluxo contínuo que gere o menor "*lead time*", menor tempo gasto para que a matéria prima se transforme em um produto para pronta entrega, com mais qualidade e com um menor custo (ROTHER & SHOOK, 2003).

Outro conceito importante é o "*takt time*" que é a frequência com que se produz um produto de acordo com a demanda do cliente, com as vendas. O *takt time* é um número referência para o ritmo que o processo deveria estar sendo produzido e é importante para evitar o desperdício. Ao ajustar os processos para alinhar o *lead time* e o *takt time* normalmente utiliza-se um fluxo contínuo de produção, assim, cada item passa imediatamente para o próximo estágio de produção num ritmo adequado, sem acúmulos de estoque e sem atrasos para o cliente (ROTHER & SHOOK, 2003).

De acordo com Rother e Shook (2003) para conseguir implementar os ajustes no processo é necessário primeiro mapear o fluxo, que tem como objetivo identificar as fontes de desperdício do processo e eliminar através do fluxo de valor do estado futuro. Desta forma, construir uma cadeia de produção que agregue os processos individuais e articule-os em um fluxo contínuo enxuto e sem desperdícios.

As etapas principais para o Mapeamento do Fluxo de Valor, segundo Womack e Jones (2003) no prefácio de Rother e Shook (2003) são:

1. Encontrar um agente de mudança;
2. Encontrar um "sensei" (um instrutor de melhor nível intelectual);
3. Aproveitar uma crise para motivar a ação na organização;
4. Mapear o fluxo completo de valor de todas as famílias de produtos;
5. Escolher algo importante e começar removendo rapidamente o desperdício.

Importante entender que para a implementação de novos processos produtivos é necessário a preparação das pessoas envolvidas para a mudança na cultura organizacional, principalmente a participação de todos na gestão, desde a alta direção ao chão de fábrica (SHINGO, 1996; ROTHER & SHOOK, 2003).

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Com a fundamentação teórica apresentada neste capítulo foi possível compreender o contexto em que esta pesquisa está inserida. Para tal, foi apresentado o conceito de BIM e de PEB, além dos conceitos de colaboração, parametrização, maturidade, LOD, IFC e de Mapeamento de Fluxo de Valor.

Os conceitos apresentados são importantes para o entendimento e utilização correta na construção PEB no DSR. Assim, diante da fundamentação teórica discorrida, é igualmente importante a revisão da literatura para identificação das semelhanças e discrepâncias sobre o foco do estudo, o PEB.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A seguir será apresentada uma revisão da literatura, contendo dados referentes à produção científica e os estudos disponíveis sobre BIM *Execution Plan*, PEB.

3.1 DESAFIOS COM O BIM EXECUTION PLAN

Em seu artigo Silva e Alencar (2022) apresentam uma revisão da literatura com os requisitos comuns identificados nas principais publicações sobre o tema, tais como: a identificação dos usos do BIM, os fluxos dos processos ao longo do ciclo de vida do empreendimento, a definição das entregas e de quem será o responsável por cada atividade, também como deverá ser organizada a comunicação de acordo com os intercâmbios de informação entre os diversos atores envolvidos.

A pesquisa se concentrou em artigos recentes, revisados por pares, que abordaram o BIM *Execution Plan*. A maioria desses artigos discute os obstáculos encontrados ao adotar o BIM, entretanto, o estudo de WU *et al.* (2017) revelou que os desafios da implementação do BIM evoluíram ao longo do tempo. No início, as dificuldades eram principalmente de natureza técnica, mas agora estão relacionadas à integração do BIM nos processos de trabalho para melhorias contínuas, especialmente no que se refere à falta de ferramentas específicas de medição de desempenho para os processos com BIM.

Bakar *et al.* (2021) realizaram uma análise abrangente de mais de 20 PEB's publicados entre 2010 e 2020. Os autores destacam a importância de compreender os PEB's existentes disponíveis para consulta, a fim de garantir uma implementação eficaz do BIM na prática. Eles argumentam que o PEB deve ser adaptado de acordo com a organização e os projetos em questão. Quanto mais adequado e abrangente for o PEB, maior será sua capacidade de ajudar as partes interessadas a compreender e alcançar os objetivos subjacentes ao uso do BIM.

Jiang *et al.* (2022) enfatizam o papel crucial do governo na adoção do BIM. Em seu estudo, eles examinam a jornada de implementação do BIM em três países de referência: Estados Unidos, Cingapura e Reino Unido. Os Estados Unidos foram pioneiros na exigência do uso obrigatório do BIM em órgãos públicos para auxiliar no gerenciamento da infraestrutura. Cingapura se destaca na Ásia pelo seu notável avanço no uso do BIM, enquanto o Reino Unido é referência na implementação do BIM devido aos esforços governamentais.

No contexto brasileiro, Manenti *et al.* (2020) abordam as questões relacionadas às lacunas contratuais nos PEB's, especialmente em relação a responsabilidades, entregas e relacionamento com fornecedores. O estudo revelou que as empresas ainda não possuem o conhecimento necessário para elaborar e atualizar o documento e seu conteúdo, a fim de alcançar níveis mais avançados de maturidade BIM.

Moura *et al.* (2021) realizaram uma pesquisa semelhante sobre os acordos e obrigações entre as partes, focando nos processos, marcos, medições e entregáveis em órgãos públicos. Os autores chamam esse documento de BIM Mandate, que difere do PEB, pois é elaborado pela parte contratada. As dificuldades encontradas incluíram a falta de órgãos públicos com uma implementação avançada do BIM para discutir tais parâmetros.

3.1.1 Identificação de requisitos para elaboração do PEB

Segundo Silva e Alencar (2022), de acordo com a análise realizada pelas autoras, para o setor público que realiza vários tipos de atividades, tais como a elaboração de projetos completos, reformas das edificações existentes, fiscalização de obras, manutenção, bem como a aprovação e gerenciamento de projetos de terceirizados, de empresas do setor privado seria interessante que o PEB fosse dividido em dois conforme o entendimento do *British Standards Institution* (2013).

A Tabela 3 resume os principais tópicos que são importantes e que devem constar em um plano de execução BIM. No entanto, o PEB não está limitado apenas a tais requisitos, podendo surgir outros conforme o andamento dos projetos piloto durante a implementação do BIM no órgão público, sendo estes os pontos chave descritos pela literatura consultada (SILVA & ALENCAR, 2022).

Tabela 3 - Síntese dos Requisitos BEP

REQUISITOS BEP	DESCRIÇÃO
Definir o escopo e os usos BIM	Tarefas ou procedimentos a serem executados; padrões; procedimentos; Protocolos para interoperabilidade: tecnologias a serem utilizadas; formatos; especificações.
Definir os mapas dos processos	Organizar os fluxos dos processos BIM ao longo do empreendimento.
Definir as responsabilidades	Quem irá executar as tarefas com base nos requisitos do PEB; Acordos e obrigações de cada envolvido (projetista, fornecedor, construtor).
Definir as entregas	O que será entregue, como, quando e por quem; Ferramentas de medição dos entregáveis.

Definir as metas	Metas mensuráveis de redução de cronograma, aumento de produtividade e controle de qualidade.
Definir comunicação	Modelos de comunicação; Fluxos das informações.

Fonte: Silva e Alencar, (2022).

O PEB desempenha um papel crucial ao documentar os processos do projeto ao longo de seu ciclo de vida no contexto do BIM. Quanto mais detalhado e claro for o PEB para todas as partes envolvidas, melhor será a qualidade do projeto. Isso ajuda a evitar divergências, conflitos e até mesmo litígios legais (MANENTI *et al.*, 2020).

No caso da administração pública, é possível adicionar outros elementos ao PEB, caso sejam relevantes, como legislações, normas, decretos e tabelas do SINAPI, entre outros. Segundo Moura *et al.* (2021), outro aspecto interessante a ser incluído no PEB são as séries de normas ISO 19650, que abordam os requisitos de informações e padronização das informações. Isso garante a transmissão coerente de informações e melhora a gestão ao longo do ciclo de vida do ativo.

3.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentadas as principais dificuldades encontradas no uso do BIM e os principais requisitos de um PEB listados nas literaturas recentes. De acordo com as concatenações realizadas por meio de tabelas é possível iniciar a discussão acerca do desenho do artefato, no caso, o processo de planejamento da execução do BIM na organização em estudo.

4 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO

Neste capítulo será realizada o desenvolvimento de um plano para a implementação do BIM para a Diretoria de Planos e Projetos da UFPE no desenvolvimento de um novo processo de trabalho (artefato) através da metodologia DSR visando a utilização dos conceitos BIM e da produção enxuta. Desta maneira o capítulo se encontra dividido da seguinte forma:

Na seção 4.1 tem-se a apresentação do setor em estudo e da sua maturidade BIM, no item seguinte 4.1.1 foi realizada a contextualização dos processos atuais com o entendimento generalista de como ocorrem os fluxos de trabalho com o CAD e as principais problemáticas e impedimentos no uso do BIM. Na seção 4.1.2 está o mapeamento do fluxo de valor do processo real que ocorre na DPP com a identificação das falhas no processo e o que poderia ser modificado.

No item 4.2 consta o desenvolvimento de um novo processo de trabalho (artefato) através da metodologia DSR visando a utilização dos conceitos BIM como objetivo a diminuição de erros e recursos, o ganho da qualidade do projeto e aumento da produtividade. Para isto foi realizada uma pesquisa com os projetistas e as chefias para auxiliar na identificação dos problemas existentes nos fluxos do processo de projeto do setor e apresentado na forma de figuras ricas.

O processo proposto é transformado em um modelo de PEB que poderá ser utilizado para implementação do BIM no órgão, que é apresentado na seção 4.3 através do desenvolvimento de um plano para a implementação do BIM na DPP como produto, o PEB de acordo com as barreiras encontradas e as diretrizes processuais que poderiam ser implementadas. E por fim, as considerações finais sobre o capítulo estão no item 4.4.

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO SETOR EM ESTUDO

O setor em estudo é a Diretoria de Planos e Projetos da Universidade Federal de Pernambuco, que até 2022 estava integrado à Superintendência de Infraestrutura (SINFRA) e que foi dividida e atualmente faz parte da Superintendência de Projetos e Obras (SPO), tendo como finalidade a coordenação, fiscalização, sancionamento e execução das ações de planejamento dos espaços físicos da Universidade.

Criada pela Resolução 08/2022, a Diretoria de Planos e Projetos tem como propósito a coordenação das atividades relacionadas à elaboração de projetos de arquitetura e

complementares de engenharia para as obras da Universidade, além de gerenciar e fiscalizar a execução dos projetos (UFPE, 2022).

Sua estrutura interna é composta por arquitetos, engenheiros e desenhistas que estão divididos em três equipes que atualmente trabalham separadamente. A equipe de arquitetura composta por arquitetos e desenhistas fazem os projetos de reformas, ampliações e de novos edifícios. A equipe de engenharia, que conta com engenheiros e desenhistas que trabalham com os projetos de hidráulica, elétrica, lógica e comunicações. E uma equipe de engenheiros e arquitetos focados no orçamento das obras que serão licitadas.

Dentro desta estrutura organizacional temos um problema de comunicação e do fluxo das informações. Uma vez que a demanda segue a linha tradicional de desenvolvimento de projetos, no qual cada um faz a sua parte e posteriormente o projeto é analisado como um todo, com todas as disciplinas, às vezes isso acontece apenas na fase da orçamentação atrasando o processo de licitação, que já é demorado, e outras vezes apenas na fase de execução, dando margem para aditivos.

Algumas das contribuições da utilização da metodologia BIM seria o trabalho colaborativo, ou seja, a integração desses três grupos de projetistas através de um novo fluxo de trabalho, a padronização e automatização dos processos, que traz ganhos como qualidade do produto final e maior rapidez nas etapas de projeto executivo, com isso há um benefício na agilidade e conformidade das informações.

Em 2021 foi realizada uma pesquisa para saber qual o nível de conhecimento dos servidores da DPP em relação ao BIM. No total 17 servidores responderam ao questionário, sendo 9 do setor de arquitetura, 5 de orçamentação e 3 de engenharia. Foram feitas 3 perguntas resumidas na Tabela 4 abaixo:

Tabela 4 – Pesquisa interna na antiga SINFRA com os colaboradores sobre o BIM

PERGUNTAS	RESPOSTAS	RESULTADOS
Qual seu nível de conhecimento em BIM?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alto ▪ Intermediário ▪ Básico ▪ Nenhum. 	Nenhum dos 17 servidores respondeu alto ou intermediário, ficando aproximadamente 60% em nível básico e 40% com zero conhecimento em BIM.
Entende o conceito de BIM?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entende bem ▪ Entende pouco ▪ Já ouvi falar ▪ Não entendo. 	Mais da metade dos servidores respondeu que entende pouco do conceito BIM, 33% entendem bem e 13% já ouviu falar sobre. Nenhum dos entrevistados respondeu que não entendia sobre o conceito.

Possui experiência com o <i>software</i> Revit®?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sim ▪ Não 	Em torno de 70% dos servidores não possuem nenhum tipo de experiência com o <i>software</i> Revit®.
--	--	---

Fonte: Adaptado de pesquisa interna da DPP (2021).

Com a pesquisa (Tabela 4) podemos perceber que o nível de maturidade da organização é baixo. A maioria dos servidores já ouviu falar no BIM, mas nunca de fato desenvolveu um projeto em BIM. No entanto, a maioria dos entrevistados se mostrou interessado em realizar os cursos para o aprendizado no *software* Revit®, que foi o escolhido e comprado pela organização.

No mesmo ano foi aberto para o curso de BIM ofertado pela própria universidade para o curso de Engenharia Civil, com carga horária de 60h. No total foram 25 servidores inscritos, dentre arquitetos, engenheiros e desenhistas. No entanto, como os servidores não deram seguimento com os projetos em BIM, o conhecimento absorvido foi apenas sobre o conceito e a importância do BIM. Sendo assim necessário um processo de implementação real e eficaz, evitando que sejam realizados cursos sem a prática efetiva.

Ainda em 2021, foi solicitado a dispensa de licitação de uma empresa de consultoria e treinamentos para a implementação do BIM. A proposta incluía três etapas que iam do diagnóstico, passando pela capacitação e treinamento do pessoal e finalizando com o desenvolvimento de um manual pela consultoria de implantação. No curso de capacitação seria ministrado a modelagem da arquitetura, dos complementares, como os sistemas prediais, a coordenação e compatibilização de projetos, o orçamento e a contratação.

Houve um grande interesse dos servidores para realização dos cursos. Entretanto os cursos não foram liberados pela Universidade por conta do corte de verbas orçamentárias. Outras opções foram levadas à direção como apenas os cursos de modelagem ou serem ministrados por servidores da própria UFPE. Porém, também não houve resposta positiva.

A antiga SINFRA investiu na compra de *hardware* e de *software* para melhoria da infraestrutura de trabalho. As licenças para o *software* Revit® foram compradas em 2020 juntamente com as licenças para o Autocad®. Ao todo foram adquiridas 25 licenças, sendo 15 delas para a DPP e 10 para a CCBI. Também foram comprados 27 computadores, sendo 20 para a DPP e 7 para a CCBI.

Ou seja, já houve um investimento inicial para compra de *softwares* e *hardwares*, além do interesse para a capacitação dos servidores. Outras importantes mudanças estão sendo realizadas como por exemplo, a padronização dos desenhos, dos detalhes e especificações, o

que facilita e agiliza o trabalho da equipe. Além disso, a colaboração está sendo mais trabalhada, ainda que em um nível inicial, com a participação dos demais projetistas nas tomadas de decisão de projeto em seu estágio inicial.

4.1.1 Contextualização dos Processos Atuais

No contexto atual, a Diretoria de Planos e Projetos trabalha com duas demandas de projetos: a primeira demanda chega através da Reitoria da Universidade e a segunda vem através do Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos – SIPAC. Os projetos solicitados pela Reitoria normalmente são projetos estratégicos para a organização, são grandes intervenções a serem realizadas e demandam muito tempo e esforço da equipe (NASCIMENTO, 2022; MALTA, 2020).

Esses projetos se originam do planejamento anual da Universidade e da captação de recursos parlamentares. Os projetos via SIPAC são projetos de pequeno a médio porte, normalmente intervenções pontuais solicitadas pelos professores ou coordenadores, apesar de serem pequenos projetos estão em maior volume e muitas vezes requerem rapidez na solução e entrega dos mesmos, pois são urgentes (NASCIMENTO, 2022; MALTA, 2020).

No planejamento interno da DPP uma grande dificuldade é o gerenciamento das demandas via SIPAC, já que são em grande número, chegam a todo momento e não há uma análise prévia dessa solicitação, muitas vezes exigindo que um profissional vá no local analisar o que está sendo solicitado. Outro problema identificado por Malta (2020) é que as informações solicitadas pelo próprio sistema do SIPAC são insuficientes. São requeridos os dados do solicitante, a descrição da intervenção, do local, observações e há um campo para anexar documentos. Muitas vezes esses campos não são preenchidos adequadamente.

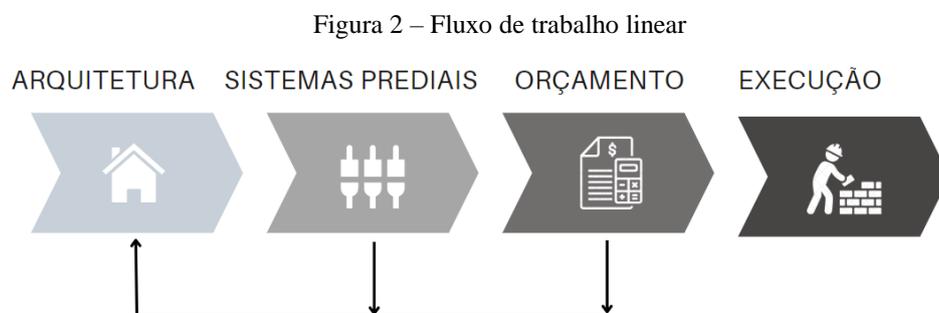
Segundo o especialista, uma vez que o projeto chega à DPP é direcionado para um projetista de acordo com o tipo de demanda. Focando nos projetos de arquitetura, o projeto é direcionado para um arquiteto, que entra em contato com o demandante (professor, coordenador ou administrador predial) para que seja realizado o levantamento arquitetônico e das necessidades do projeto. Existe um documento pré-estabelecido que visa facilitar o entendimento do uso daquele local, número de pessoas, se existe algum equipamento diferenciado, os horários, o fluxo de pessoas, se há uma dotação orçamentária prevista para aquela intervenção.

Após esse levantamento dos dados, o arquiteto irá analisar juntamente com a direção se aquela intervenção é viável, se já existe outro projeto previsto para o local, se a

infraestrutura e as estruturas precisam de algum tipo de intervenção e, caso necessite, é designado um profissional da disciplina para análise do projeto. Com todos esses dados em mãos, o arquiteto inicia o estudo preliminar que é apresentado para os projetistas e para a direção. Depois de realizado os ajustes, o anteprojeto segue para o nível de projeto executivo, com todos os detalhes e é enviado para as demais disciplinas tais como elétrica, hidráulica, comunicações e estrutura. Quando o projeto é estratégico vai para licitação, quando não, o próprio demandante deverá orçar a obra com três empresas.

Então, apenas quando o projeto é licitado é que retorna para o arquiteto realizar algum tipo de ajuste, muitas vezes são questões de especificação de materiais que saíram de linha ou mesmo da tabela da SINAPI. Muitas vezes o que ocorre são os projetos não conseguirem verba para serem realizados e ficarem estagnados, então há grandes mudanças das normas técnicas, das necessidades dos demandantes, no uso daquele espaço e é necessário refazer todo projeto do início.

O fluxo de trabalho realizado atualmente é linear (Figura 2), no qual cada projetista finaliza seu projeto e passa para a próxima etapa, não existe solução dos problemas nas etapas iniciais de projeto, e quando há alguma intervenção esse projeto retorna para a arquitetura fazer os ajustes necessários. Neste tipo de processo existe pouca interação entre os vários *stakeholders*, ou seja, os diversos interessados no projeto, que neste caso seriam os demandantes do projeto, a comunidade acadêmica, formada pelos professores, servidores e alunos, os projetistas, a empresa licitante. Assim, não há nenhum procedimento padrão das rotinas de trabalho, padrão de comunicação, nem de responsabilidades ou metas, sendo assim os riscos do projeto se tornam altos.



Fonte: O Autor (2023).

Na Figura 3 o fluxo de trabalho já se torna um fluxo colaborativo, com as disciplinas conversando entre si, os *stakeholders* participando das tarefas, com o projeto no centro como um objetivo central de trabalho. Na medida em que envolvemos todos os *stakeholders* do

projeto e há uma definição clara das responsabilidades, dos processos, e de como essas informações devem ser repassadas, as chances de o projeto ser bem-sucedido aumentam, pois diminuem-se os riscos. A colaboração na metodologia BIM é um dos itens-chave de sucesso, já que o foco da metodologia é a elaboração do projeto baseado em informação.

Figura 3 – Fluxo de trabalho baseado na colaboração



Fonte: O Autor (2023).

Ou seja, é necessário agregar a informação do projeto e que essa informação seja de fácil acesso a todos os interessados, principalmente para os projetistas e para o executor. Quanto mais bem trabalhada forem essas informações nas etapas iniciais do projeto, menores são os riscos e as chances de erros no futuro (MANZIONE, 2013).

4.1.2 Mapeamento do Fluxo de Valor: Análise dos processos na DPP

Além das mudanças estruturais pelas quais passou o setor, com a divisão da SINFRAs e da SPO. Houve outras, tais como a entrada de novos servidores e a saída de outros, mudanças na gestão causadas pela pandemia e pelo trabalho remoto.

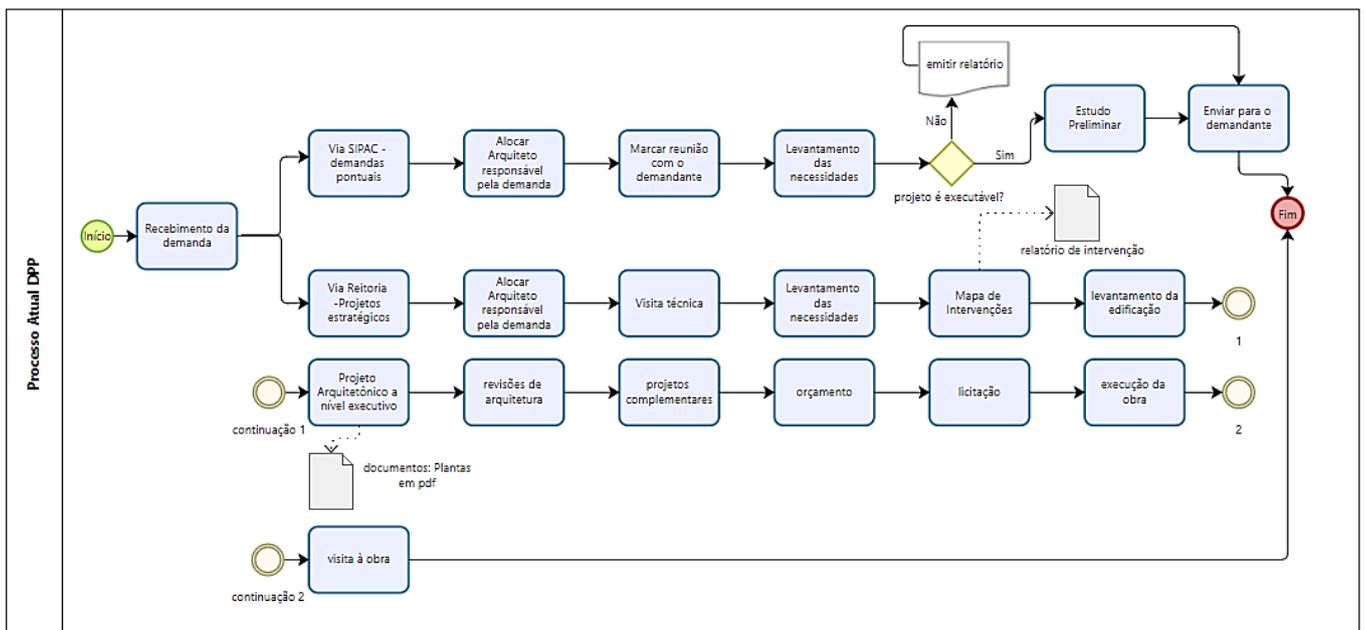
Assim, algumas das problemáticas elencadas por Malta em 2020 ainda perduram, tais como: o grande número de demandas de novos projetos via SIPAC, a fragmentação nas equipes de projetos, a comunicação falha entre os diversos *stakeholders*, às vezes gerada pela falta de conhecimento do uso correto do próprio SIPAC, a falta de formalização da abertura e fechamento dos projetos.

Porém, houve o entendimento da importância do trabalho colaborativo para a qualidade do projeto e existe a tentativa de integração das equipes com reuniões semanais, a visita dos arquitetos nas obras, o desenvolvimento de documentos para formalização dos

projetos e anuência dos solicitantes, além da padronização dos arquivos que ainda seguem em AutoCAD. Ainda existe a necessidade de priorização e triagem das demandas que chegam à DPP, principalmente via SIPAC e a capacitação da equipe ainda é algo problemático, um item que demora por conta da burocracia.

Na figura 4 podemos verificar como funciona atualmente a solicitação de projetos de arquitetura desde o recebimento da demanda até a execução e fiscalização das obras. Os processos de solicitação de projeto iniciam-se com a criação da demanda, via SIPAC ou Reitoria. Os projetos via SIPAC possuem um processo mais simples, na qual a demanda chega com a solicitação pelo SIPAC, é alocado um arquiteto responsável pelo projeto que recebe a demanda, entra em contato com quem fez a solicitação e marca uma reunião e uma visita técnica para levantamento das necessidades e se for possível um levantamento do local da intervenção.

Figura 4 – Processo de Trabalho Atual na SPO/ DPP



Fonte: O Autor (2023).

Feito isto, é analisado conjuntamente com a diretoria da DPP se o projeto é ou não viável, não sendo viável, o arquiteto emite um relatório explicando os motivos daquela demanda não ter sido entregue. Caso o projeto seja viável, o arquiteto inicia o projeto e envia para o demandante a nível de estudo preliminar. O projeto só será detalhado a nível de projeto executivo caso haja verba para a execução e seja solicitado novamente pelo demandante através do SIPAC. Como a maioria dos projetos são simples, como alterações de layout, um projeto a nível de estudo preliminar ou anteprojeto já é satisfatório.

Os projetos via SIPAC são em maior volume e os que mais demandam recursos, assim, existe uma necessidade de um planejamento estratégico das intervenções prioritárias em cada uma das edificações do Campus, como por exemplo, reforma das cobertas, acessibilidade física das edificações, segurança contra incêndio, entre outras.

Antes de aceitar a demanda via SIPAC seria interessante analisar o impacto dessas intervenções pontuais na edificação como um todo, além de passar pela aprovação do pleno de cada departamento. Da mesma maneira verificar se a solicitação está de acordo com o planejamento estratégico, com as normas técnicas e com o Plano Diretor do Campus. Com isso, evitaria o grande número de projetos que são realizados e que não são executados.

Já o projeto que surge de uma demanda da Reitoria passa por mais etapas, nesse fluxo foram considerados apenas os projetos que são iniciados e serão executados pela própria DPP, outros projetos mais complexos são terceirizados com empresas especializadas, pois demandariam muito tempo e recurso, seja no caso do projeto arquitetônico, dos complementares, do orçamento ou todo o projeto, ficando a cargo da DFO apenas a fiscalização da obra.

No caso dos projetos internos, é alocado um arquiteto para a demanda, posteriormente é realizada a visita técnica e feito um levantamento das necessidades, o produto dessa primeira etapa é um mapa de intervenções, no qual é listado cada uma das intervenções e o projeto é dividido em pacotes de entregas. Além disso, é entregue também um relatório contendo fotos e textos explicando os motivos da necessidade do projeto, por vezes baseado em normas técnicas.

O próximo passo é a realização do levantamento do local da intervenção e assim o projeto segue para o detalhamento, algumas vezes por conta das janelas de dotação orçamentária os projetos já são desenvolvidos a nível de projeto executivo, sem que haja tempo para a colaboração entre os projetistas das outras disciplinas, ou mesmo um maior amadurecimento do projeto do ponto de vista arquitetônico. Mais uma vez um planejamento se faz necessário para que não ocorram erros projetuais por conta de falta de tempo e de organização.

O processo de revisão é realizado internamente com a análise de outros projetistas em reuniões semanais. O BIM seria de suma importância nesse quesito, pois tais alterações futuras seriam de fácil execução, uma vez que alterando na planta, todos os demais desenhos, como cortes, fachadas, quadros e tabelas seriam ajustados automaticamente.

Com o projeto executivo pronto, segue-se para os projetos complementares necessários, estrutura, elétrica, cabeamento, hidráulica, drenagem. Raramente os projetos são

compatibilizados e retornam para a arquitetura para uma discussão da necessidade de revisão. Assim, a metodologia BIM seria fundamental para evitar erros, com o trabalho colaborativo, a interação de todos os projetistas e com a aprovação dos *stakeholders* nas soluções projetuais.

Finalizados todas as etapas de projeto, é realizado o orçamento e que depois realiza-se a licitação. Com a empresa vencedora inicia-se a obra, o arquiteto participa visitando semanalmente a obra e acompanhando a execução junto com a Diretoria de Fiscalização de Obras - DFO.

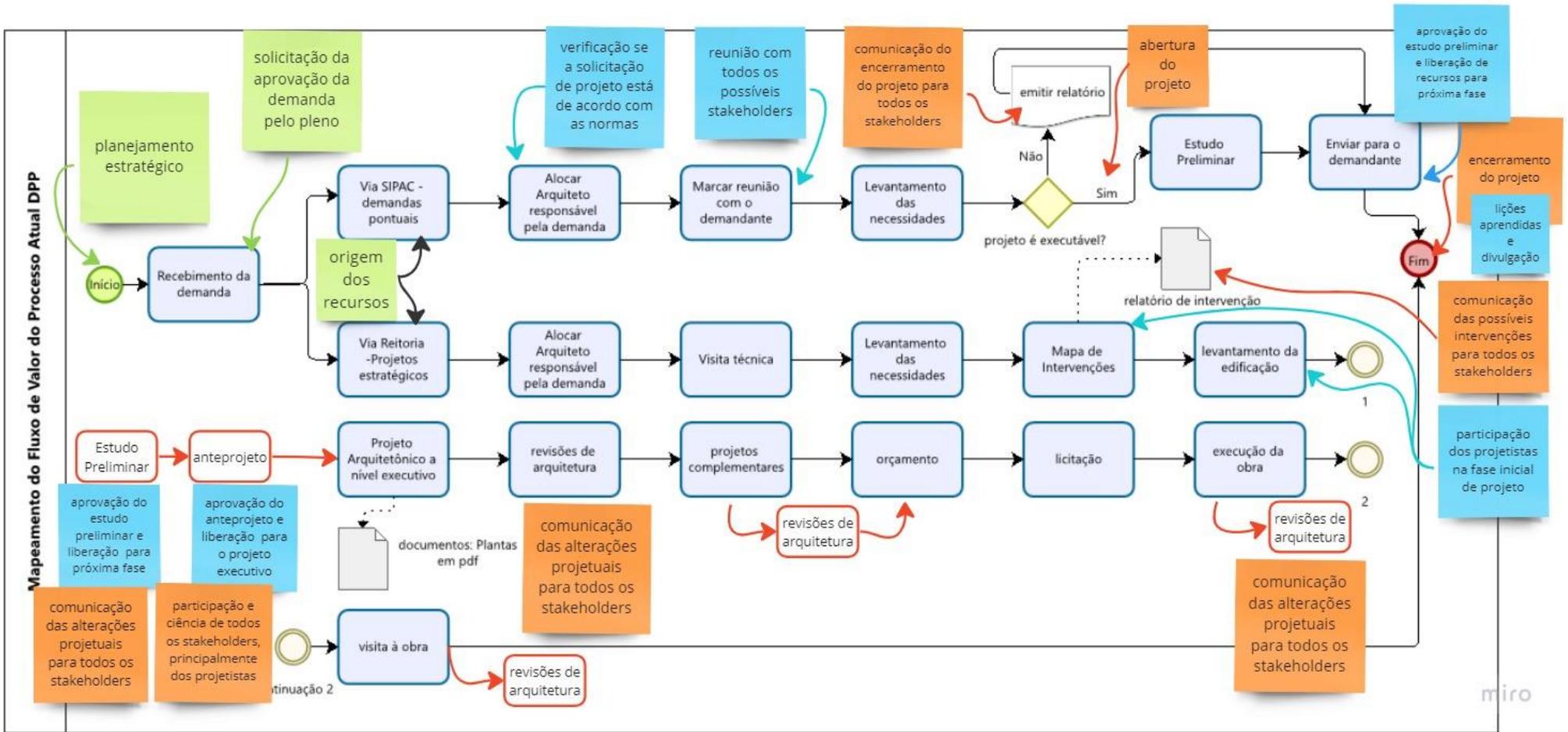
O fluxo do processo atual sem a observância e alinhamento com o levantamento das necessidades acaba gerando perda de tempo e de recursos, muitos dos recursos são deslocados para atuar em projetos que não são prioritários e não sairão do papel. Os projetos que realmente são de interesse para serem realizados por conta deste deslocamento nos recursos acabam sendo realizados às pressas e sem as devidas revisões e planejamento necessários para um projeto de qualidade.

Outro problema é a falta de informações necessárias nas etapas iniciais do projeto, que já se desenvolve um projeto executivo. Com o BIM as etapas iniciais serão primordiais para o sucesso do projeto, necessitando assim de uma maior atenção.

Então, com o mapeamento do fluxo de valor (Figura 5) as intervenções que poderiam ser feitas no fluxo atual foram baseadas nas entrevistas realizadas com os projetistas e com a chefia, assim como na experiência do especialista. É importante citar que o próprio recebimento da demanda que deveria ser revista pelo Pleno do Centro, além de verificar se existe uma origem de recursos para aquele aporte, ou mesmo de onde será solicitado os recursos. No processo em si de projeto, fazer uma maior revisão e atentar para as necessidades e para a viabilidade do projeto ainda na fase de Estudo Preliminar, para que nas próximas fases de projeto esteja com o mínimo de erros e de alterações.

Nos projetos via Reitoria que requerem maior rapidez na entrega, existe a necessidade de um planejamento mais detalhado para que não se pule etapas de projeto e que isso no futuro gerem aditivos ou mesmo a impossibilidade do projeto, para isso é importante que os projetistas das diversas especialidades estejam trabalhando em conjunto, trocando informações e conhecimento. Outro ponto importante é a transparência nas comunicações, que qualquer alteração seja amplamente comunicada, informada, e ratificada pelos diversos *stakeholders*, principalmente para a compatibilização do projeto antes de ir para o orçamento.

Figura 5 – Mapeamento do Fluxo de Valor do Processo Atual na SPO/ DPP



Fonte: O Autor (2023).

4.2 DESENHO DO ESTADO FUTURO: NOVO PROCESSO DPP

A produção enxuta, na qual é baseada o MFV, entende que quando existe um excesso na produção, então existe algo errado no processo, essa capacidade de produção não é necessária por isso ocorre o acúmulo de produção (ROTHER E SHOOK, 2003). Da mesma forma quando se tem um número alto de projetos e eles não são executados, não saem do papel. O objetivo é evitar esse tipo de excesso de produção, produzindo apenas o necessário e evitando o desperdício (SHINGO, 1996).

Segundo Rother e Shook (2003) o primeiro passo para implantar os ajustes no processo é o mapeamento do fluxo de valor identificando assim as fontes de desperdício, que foi realizado no item 4.2.1. O próximo passo é o desenho do estado futuro que contenham as melhorias necessárias para que o processo, no caso em estudo, o processo de projetos de arquitetura na DPP, seja melhorado, a fim de evitar desperdícios de tempo e de recursos, financeiros e humanos.

O BIM tem como vantagens o trabalho colaborativo, a disponibilidade das informações e principalmente a visualização das interferências e rapidez nas alterações de desenho. Outros itens que poderiam ser implantados no novo processo seriam as boas práticas de gestão de projetos, tais como a documentação das alterações projetuais, um plano de comunicação para a ciência dos *stakeholders*, abertura e conclusão das etapas de projeto bem definidas, documentação e compartilhamento das lições aprendidas, além de um fácil acesso das informações, com transparência e divulgação do projeto.

Desta forma, para embasar a construção do Desenho de Estado Futuro foram realizadas as entrevistas com as chefias e seus subordinados (Apêndice B). As perguntas feitas para os projetistas estavam relacionadas aos processos e o que poderia ser melhorado, principalmente com a implementação do BIM. As respostas foram diversas e de acordo com as disciplinas de cada servidor (arquitetura, engenharia e orçamento) e com o tempo no setor.

Na opinião dos projetistas os projetos não são executados por falhas no planejamento anual da universidade, falta de comunicação entre a gestão dos centros e de quem solicita o projeto, mudanças de coordenação/ chefias que geram mudanças de necessidades e prioridades, falta de transparência nas prioridades, bem como no erro de tratar todas as demandas como urgentes.

Em relação à melhoria da comunicação entre os diversos atores para um resultado de projeto mais assertivo e melhor fluidez nos processos, sugeriram que poderia haver reuniões entre os *stakeholders* a cada etapa do projeto, principalmente se houvesse alteração projetual,

bem como para buscar melhores soluções projetuais do ponto de vista de outros projetistas como de engenharia, orçamento e fiscalização.

Para os servidores o processo interno de projeto é claro até a etapa de finalização do projeto, depois disso não sabem bem quais são os procedimentos que devem ser feitos para que o projeto seja executado, também não existe um *feedback* se o projeto foi iniciado ou não, principalmente em relação aos projetos via SIPAC. Entretanto, do ponto de vista deles, o solicitante do projeto não entende como funciona tais etapas e não consegue visualizar o que falta para que o projeto seja de fato executado.

Essa parte do processo deveria ser mais transparente não apenas para os clientes, mas para os projetistas, utilizando-se de ferramentas de acompanhamento para facilitar esse entendimento. A comunicação das etapas referentes ao projeto até a finalização da obra, o que está dentro do escopo de entrega da DPP e como obter os recursos para executar a obra, no caso de SIPAC ou onde se encontra e os prazos no caso dos projetos via Reitoria.

Sobre a premissa do método BIM de trabalho colaborativo para uma maior comunicação e troca de experiências entre eles, os projetistas acreditam que poderia ser implementado grupos de trabalho para cada projeto desde a concepção para evitar o retrabalho. Outro item abordado seria o do desenvolvimento profissional e da capacitação para melhoria das habilidades, evitando os “*gaps*” de competência. Também poderiam fazer uso de ferramentas e novas tecnologias como Trello®, Revit®, para unificar a equipe em ambientes de trabalho virtuais de trocas de experiências e informações, ou mesmo em reuniões presenciais, caso seja necessário.

Em relação a aceitabilidade do BIM na equipe, foram realizadas três perguntas, uma sobre o *software* Revit®, que foi o *software* adquirido pela UFPE, como ele poderia melhorar o andamento dos projetos, quais as barreiras que estão sendo enfrentadas para que ele ainda não tenha sido implementado e como enfrentar tais barreiras.

Todos acreditam que o Revit® no lugar do Autocad® poderia facilitar e agilizar os trabalhos, não apenas na arquitetura, diminuindo tempo de revisão dos projetos, facilitando a visualização através da maquete 3D e entendimento de projeto pelos clientes, que na maioria das vezes são leigos. Nas demais disciplinas de engenharia, facilitaria a compatibilização entre os projetos, evitando problemas na execução da obra, e na extração dos quantitativos para elaboração dos orçamentos, que atualmente é realizado de manualmente, ficando suscetível a erros, além de ser bastante demorado.

Para o enfrentamento das barreiras para implementação do BIM será preciso haver uma melhor organização das equipes de trabalho, além de um planejamento a longo prazo

com objetivos e metas de conhecimento de todos, bem como a organização dos cursos e treinamentos de acordo com as demandas de trabalho para que os profissionais não fiquem sobrecarregados. Também é importante que os gestores entendam que haverá a necessidade de outros cursos de aprimoramento e atualização tanto dos *softwares* em si, como de gestão de projetos, dos processos e das informações.

A Figura 6 abaixo sintetiza as barreiras e conexões estabelecidas pelos servidores que participaram da entrevista. Pode-se notar que a questão do trabalho realizado não ser executado entra como um ponto principal que se desdobra em outras problemáticas das relações internas, principalmente nas questões de planejamento, que deveriam ter metas e objetivos bem definidos, na transparência e comunicação dessas informações para a equipe, bem como na priorização do trabalho que pode ser realizado sem que haja um desgaste dos colaboradores.

Figura 6 – Figura Rica das problemáticas do setor extraídas da entrevista com os projetistas



Fonte: O Autor (2023).

A entrevista realizada com as chefias foi direcionada para dados técnicos sobre os projetos, como quantidade de projetos realizados, como são realizados os planejamentos e identificados quais projetos são prioritários junto a Reitoria. O que ficou evidente é que são produzidos uma grande quantidade de projetos e que desses, apenas uma pequena parte é executada. De acordo com a Produção Enxuta esse é um ponto a ser ajustado, evitar a produção em excesso, que só traz prejuízos para a equipe, como desmotivação, falta de criatividade e de tempo para projetos que realmente serão executados.

Segundo os dados obtidos na entrevista existe essa grande quantidade de solicitações de projetos que chegam diariamente por duas vias Reitoria ou pelo SIPAC, a maior quantidade é via SIPAC com mais de 10 vezes a quantidade, porém com projetos menores. Foram atendidos mais de 100 SIPACs no ano de 2022, e esse número se repetiu no ano anterior, entretanto, não se sabe desses quantos foram executados, já que apenas os projetos via Reitoria são acompanhados pela SPO através do setor da DFO – Diretoria de Fiscalização de Obras.

Com a grande quantidade de solicitações de projetos que chegam e a pouca quantidade de projetistas, vemos que o setor está produzindo de acordo com a demanda, *First in/ First out*, logo que chega e ela é rapidamente encerrada para começar uma nova, sem realmente uma finalidade, que é a execução do projeto. Desta forma, toda essa produção em massa não está sendo executada, ficando apenas a nível de projeto, o cliente não ficará satisfeito apenas com o projeto, ele quer seu problema resolvido, ou seja, seu espaço executado, transformado.

Se a questão da falta de verba para construção fosse resolvida, haveria um outro problema, o orçamento não daria conta de tantos projetos. Além disso, antes de orçar tem-se que fazer um projeto executivo, que leva um tempo maior para ser realizado, com muito mais detalhes e seriam necessárias outras disciplinas como, elétrica, hidráulica, lógica, ar-condicionado, estrutura, algumas delas não se tem projetistas dedicados a essas funções.

O planejamento dos projetos e das equipes, tem que estar atrelado ao orçamento disponível. A priorização do que será feito e o estabelecimento de um cronograma de conhecimento de todos, que esteja sendo alimentado constantemente e que seja de fácil acesso, tanto para os clientes como para os próprios projetistas.

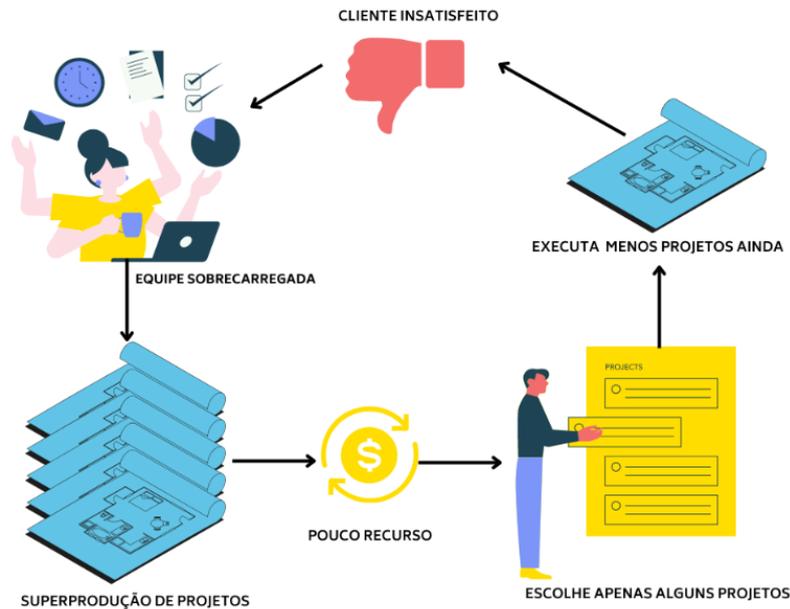
O conceito de BIM não se resume apenas aos *softwares* como o Revit®, Archicad® e outros, mas ao estilo de trabalho colaborativo no qual o centro do objetivo é o projeto, ou seja, o projeto ser executado tal qual ele foi pensado, com o mínimo de intervenções futuras, de aditivos e de alterações na obra por incompatibilidades, isso pode ser feito com ou sem os *softwares*, claro que estes facilitam a vida dos projetistas.

Mas o foco são as informações e a comunicação dessas informações de modo transparente, além disso, o conhecimento dos *stakeholders* e de cada função naquele projeto. Para isso, é importante atentar para como se dará essa comunicação, pois, o que importa é a satisfação do cliente no final.

A figura rica (Figura 7) obtida sintetizando o que foi questionado aos chefes das equipes vemos um ciclo que começa com a equipe sobrecarregada produzindo uma grande quantidade de projetos e que desses, apenas alguns são licitados, e destes poucos são

finalizados e entregues, como resultado temos cliente insatisfeito. Esse cliente são os usuários da Universidade, os alunos, os professores e os servidores.

Figura 7 – Figura Rica das problemáticas do setor extraídas da entrevista com as chefias



Fonte: O Autor (2023).

O resultado das entrevistas trouxe uma análise complementar acerca dos problemas enfrentados atualmente no setor em estudo. Do ponto de vista dos projetistas, as respostas ao formulário foram bem diversas, de acordo com a área de atuação, tempo de empresa, e atividades de cada um, o que permitiu a construção de uma figura rica mais trabalhada e interconectada. As respostas das chefias ficaram limitadas a questões mais técnicas e as respostas foram bastante similares, mesmo nas perguntas que poderiam ser respondidas de forma individual, ficando, a figura rica limitada e com pouca interação.

Sintetizando as perguntas e respostas da entrevista tem-se então uma tabela resumo. Esta tabela fornece uma visão panorâmica das informações:

Tabela 5 – Tabela resumo das entrevistas

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Formas de recebimento de projeto	Via SIPAC e Reitoria
Nº de projetos solicitados em 2021 e 2022	SIPAC – 86 e 166 Reitoria – 10 e 12
Projetos finalizados	15 – Licitados 23 – Projetos Executivo 235 – Estudos Técnicos - SIPAC

Projetos executados	1 – Entregue 14 – Em execução
Não execução de projetos	Falhas no planejamento Falta de comunicação entre os diversos <i>stakeholders</i> Falta de transparência das informações Falta de prioridade na hierarquização dos projetos
Comunicação	Melhoria da comunicação com reuniões entre os <i>stakeholders</i> Maior colaboração entre a equipe
Clareza nos processos	Maior transparência das informações para os demandantes Ferramentas de acompanhamento Comunicação das alterações de projeto, abertura e fechamento do projeto
Gargalos identificados no processo de projeto	Fase de levantamento e Fase de orçamento/licitação
BIM - Colaboração	Criação de grupos de trabalho Agilidade / Compatibilização / Revisões
BIM - Aceitabilidade	Capacitação e Desenvolvimento Novas ferramentas e tecnologias
BIM - Implementação	Planejamento Organização Investimento Objetivos e metas claras Cursos e treinamento

Fonte: O Autor (2023).

Ao analisarmos as respostas obtida com as entrevistas e as figuras ricas é possível identificar vários elementos que podem ser aproveitados para aprimorar os processos. Entre as principais recomendações, destacam-se: um planejamento das atividades mais eficaz, aprimoramento da comunicação e transparência das informações, clara definição e divulgação das metas e objetivos do setor, elaboração de um planejamento estratégico e adoção de cronogramas mais realistas, com a colaboração dos projetistas. Adicionalmente, a integração dos setores por meio de colaboração, conforme sugerido no método BIM, é altamente recomendada.

Dessa forma, fica evidente que as entrevistas realizadas trouxeram resultados positivos para a análise das questões do setor. As respostas obtidas complementaram-se, gerando um resultado único que possibilitou uma compreensão mais ampla acerca das problemáticas envolvidas no processo.

4.3 PLANO DE TRABALHO E DE IMPLEMENTAÇÃO - PROPOSTA DE PEB

Com o entendimento das barreiras do processo atual pelas diversas equipes e por suas chefias, pode-se propor um novo desenho de processo (Figura 7). Desta maneira, o novo fluxo do trabalho foi pensado nos problemas e como solucioná-los de modo que já englobe o Método BIM. O aumento da transparência das informações, facilidade de acessá-las, uma nova organização das equipes de trabalho, como os projetos serão distribuídos foram o foco desse novo fluxo proposto. Obviamente que outras problemáticas irão surgir conforme o andamento dos trabalhos e é necessário que haja outros momentos de reflexão, reanálise dos processos e alterações na modelagem para uma melhoria contínua.

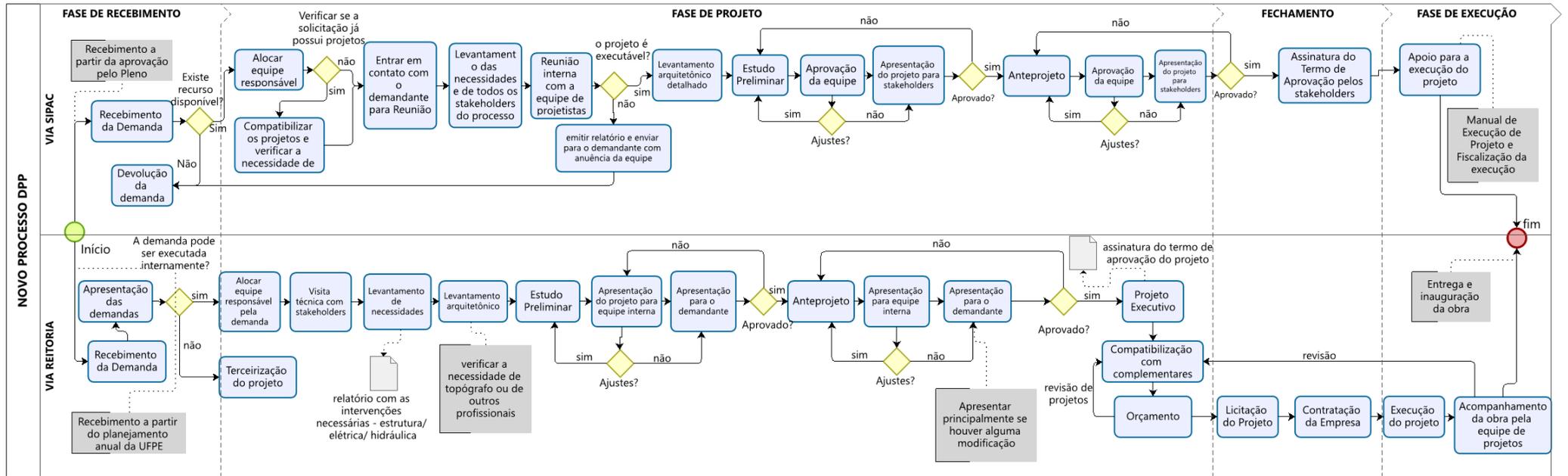
O processo foi dividido em duas partes uma para os projetos que são solicitados via SIPAC e outro pelos projetos que são solicitados via Reitoria. Para os processos tem-se quatro fases a serem seguidas, a fase de recebimento, no qual a demanda é recebida pela DPP, a fase de projeto, se a demanda for aceita pelo setor significa que o projeto será desenvolvido internamente, nessa fase tanto via SIPAC quanto via Reitoria são bem similares, na fase seguinte tem-se o fechamento da fase de projeto, sendo via SIPAC o projeto é encerrado e via Reitoria o projeto passa para a Licitação e Contratação da Empresa e por fim tem-se a fase de execução do projeto, que deve ser acompanhado pelos projetistas em qualquer tipo de recebimento.

No novo modelo de processo (Figura 8), foram incluídos procedimentos para as diferentes etapas do projeto. Ao aceitar um novo projeto, o gestor deve alocar uma equipe para atender à demanda, em vez de apenas um arquiteto, para evitar o acúmulo de funções e promover a colaboração desde o início. No caso de projetos via SIPAC, é importante analisar se há outras demandas para o mesmo local ou se há interferência no projeto solicitado. As apresentações periódicas e discussões em grupo são essenciais para evitar incompatibilidades técnicas, por isso é crucial apresentar o projeto à equipe antes de mostrá-lo ao demandante.

É fundamental elaborar atas de reunião para registrar o que foi definido, melhorar a comunicação com os *stakeholders* e aumentar a participação da equipe desde os estudos preliminares. Isso ajuda a evitar retrabalho e garantir que as escolhas feitas durante o ciclo de vida do projeto sejam comunicadas de maneira eficiente.

Além disso, é necessário inserir filtros, especialmente nos projetos via SIPAC, para aceitar apenas aqueles com condições reais de execução. Isso reduz a carga de trabalho da equipe e permite direcionar os recursos para projetos que serão de fato executados.

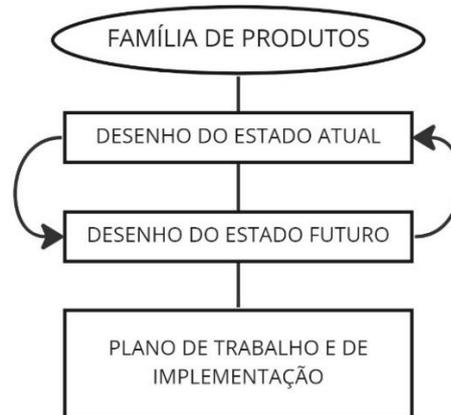
Figura 8 – Novo modelo de processo para SPO/DPP com o uso do BIM



Fonte: O Autor (2023).

De acordo com a metodologia *Design Science Research* e com o Mapeamento do Fluxo de Valor, ao remodelar esse novo processo de produção temos um artefato que tem como principal objetivo a resolução de problemas, ou pelo menos o melhoramento desses problemas, que é o chamado Plano de Trabalho e Implementação (Figura 9).

Figura 9 - Etapas do mapeamento de fluxo de valor



Fonte: O Autor (2023) adaptado de ROTHER; SHOOK (2009).

O desenvolvimento de um plano para a implementação do BIM na DPP como produto, o PEB, de acordo com o novo fluxo de trabalho a ser implementado foi sugerido como um marco inicial para o entendimento da metodologia BIM e dos novos processos de trabalho colaborativo para que, no futuro, com a qualificação da equipe com os *softwares* BIM, trabalhem não apenas a modelagem do projeto, mas a modelagem das informações contidas nesse projeto.

Os fluxos das informações e os procedimentos de gestão de projetos servem para que haja um caminho a ser seguido e que fique documentado para que nos próximos projetos esses dados sejam analisados e que os procedimentos sejam melhorados continuamente. Na metodologia BIM esse fluxo de informações serve tanto para a colaboração entre os projetistas das diversas disciplinas, para a qualidade do próprio modelo, como para transparência com os clientes, os executores e os gestores (Guia AsBEA, 2013).

Segundo os estudos de Silva e Alencar (2022) alguns requisitos são primordiais em um PEB, e a partir desses requisitos pode-se montar uma proposta de PEB direcionada a diferentes tipos de projetos. Desta forma, somando o novo desenho do estado futuro e do processo de projeto com os requisitos essenciais para um PEB, obtém-se um novo modelo de trabalho voltado para a mudança dos escopos de trabalho de CAD para BIM, como ponto principal a melhoria nos processos.

Assim, na Tabela 6, temos uma adaptação dos requisitos de um PEB para a realidade do setor em estudo:

Tabela 6– Requisitos iniciais contidos na proposta de PEB para SPO/DPP

DADOS INICIAIS DO BEP	DESCRIÇÃO
Introdução	Breve texto explicando a importância e objetivo do PEB e texto introdutório acerca do projeto em questão
Informações do Projeto	Nome do projeto, localização, data de abertura, dados dos <i>stakeholders</i> do projeto, quem é o demandante (cliente)
Cronograma	Cronograma inicial com os principais marcos do projeto, os responsáveis e as datas estimadas para início e fim das atividades
Usos BIM	Listar os principais usos do modelo para conhecimento de todos os projetistas
LOD - Level of Development	Identificação do nível de detalhamento para cada etapa e modelo
Dados do Contrato (Escopo)	Tarefas ou procedimentos a serem executados; padrões; procedimentos; Protocolos para interoperabilidade: tecnologias a serem utilizadas; formatos; especificações. Metas mensuráveis de redução de cronograma, aumento de produtividade e controle de qualidade.
Responsabilidades - Funções Organizacionais	Quem irá executar as tarefas com base nos requisitos do PEB; Acordos e obrigações de cada envolvido (projetista, fornecedor, construtor).
Mapas dos Processos	Organizar os fluxos dos processos BIM ao longo do empreendimento.
Entregáveis	O que será entregue, como, quando e por quem; Ferramentas de medição dos entregáveis.
Plano de Comunicação	Modelos de comunicação e o Fluxos das informações.

Fonte: Adaptado de Silva e Alencar, 2022.

O PEB é um processo que descreve a visão geral e os detalhes de implementação do projeto para a equipe seguir durante todo o ciclo de vida do projeto, documentando as entregas e processos BIM acordados anteriormente. Ele deve ser desenvolvido nos estágios iniciais do projeto e constantemente monitorado, atualizado e revisado conforme necessário durante a fase de implementação. O PEB deve definir o escopo de implementação do BIM, identificar o fluxo do processo para as tarefas, descrever o projeto e a infraestrutura necessária para apoiar a implementação, entre outros.

No presente trabalho, o PEB proposto é um documento editável e que pode ser modificado ou ampliado conforme a necessidade da empresa e do projeto a ser trabalhado. Foi elaborado com base nos estudos dos principais guias e manuais sobre a implementação do BIM, que fornecem uma descrição detalhada dos itens que devem ser incluídos no PEB. Esses guias também destacam a importância e a necessidade de cada item para o sucesso do projeto e, em alguns casos, exemplos de como eles devem ser executados. No entanto, geralmente apresentam apenas textos explicativos, que não são arquivos editáveis.

Dito isto, para tornar o PEB mais aplicável ao setor em questão, optou-se por transformar esses textos em uma tabela editável, o que facilita o uso e a adaptação do processo de CAD para BIM. Este documento tem como objetivo principal facilitar a transição dos processos, funcionando como um passo a passo do que deve ser entregue, quando, como e por quem.

Os itens apresentados na Tabela 5 foram utilizados como ponto de partida para a elaboração do documento proposto para SPO/DPP. Na primeira seção, uma introdução aborda a importância do PEB e do projeto em questão, apresentando o que será tratado no restante do arquivo. Em seguida, o primeiro item apresenta as informações do projeto, tais como o seu nome, a data de abertura, o demandante, a localização da obra e os contatos dos *stakeholders* envolvidos, o que é fundamental para garantir que todas as pessoas relevantes sejam listadas e que haja um registro claro de como contatá-las para transmitir informações pertinentes.

O próximo item apresenta um cronograma preliminar elaborado por cada um dos projetistas para estimar a duração de suas atividades e entregas de projeto. Isso é fundamental para o planejamento de recursos e a organização das equipes envolvidas. Além disso, é importante definir os usos do modelo BIM no projeto desde o início, já que ele trabalha com informações prioritariamente, ao contrário do CAD. Dependendo do uso pretendido, as informações inseridas no modelo serão diferentes. Essa definição deve ser acordada entre os projetistas e os gestores, para que todos saibam o que deve ser entregue e que tipo de informação deve ser inserida em cada modelo.

Outro aspecto a ser acordado inicialmente é o nível de detalhamento do desenho, conhecido como LOD. É de senso comum que o LOD depende do grau de maturidade do projeto. Por exemplo, em um projeto de estudo de viabilidade, não é relevante especificar o tipo e as camadas da alvenaria. No entanto, no projeto executivo, isso é crucial para a extração de tabelas de quantitativo de materiais para o orçamento da obra, por exemplo.

Os dados do contrato são especialmente relevantes quando o projeto é terceirizado, seja integral ou parcialmente. Esse aspecto foi destacado em artigos que abordam o uso do

PEB em empresas. Embora seja menos importante quando todas as disciplinas são conduzidas em um mesmo escritório, com as terceirizadas, é fundamental que o contratante defina as diretrizes de trabalho e as registre no PEB para que todos tenham conhecimento.

É crucial que as responsabilidades sejam claramente definidas. Quando vários profissionais trabalham em um mesmo arquivo, é importante estabelecer quem é responsável por cada tarefa. Alguns guias também sugerem a divisão dos desenhos em categorias e limitam o acesso a certas bibliotecas, garantindo a padronização dos projetos e evitando erros na troca de informações entre arquivos.

Além disso, para uma gestão eficiente do projeto, é crucial criar um mapa dos processos que serão realizados em cada etapa de desenvolvimento. Esse mapa descreve as entradas necessárias para realizar as atividades e as saídas que são geradas em cada fase. Com isso, fica mais claro o que será necessário em termos de informações, recursos, tecnologia e o que será entregue, como modelos, relatórios, atualizações do PEB etc. A partir do mapa de processos, é possível elencar as entregas necessárias, tais como os modelos de arquitetura, estrutura, elétrica, hidráulica, o modelo compatibilizado, os memoriais, quantitativos, estimativas de custo, entre outros.

Outro aspecto importante, que geralmente é negligenciado nos guias, é o plano de comunicação. Como o BIM trabalha com informações, é fundamental ter uma dinâmica bem estruturada de como se darão as trocas de informações, não só em relação aos modelos trabalhados, mas também ao projeto como um todo, incluindo reuniões, alterações no escopo do projeto e aceite. Ter um plano de comunicação claro e bem definido é fundamental para o sucesso do projeto.

Desta forma, os esforços iniciais de organização das informações e planejamento dos recursos encontram ganhos valiosos ao longo do ciclo de vida do projeto. Essa abordagem reduz a ocorrência de erros nas informações, contribuindo para um projeto com maior qualidade e menor incidência de retrabalhos e aditivos nas licitações.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo, apresentamos o plano de implementação do BIM na Diretoria de Planos e Projetos da UFPE, utilizando a metodologia DSR. O objetivo foi a utilização dos conceitos BIM e da Produção Enxuta para o desenvolvimento de um novo processo de trabalho mais eficiente.

Foi realizada uma análise aprofundada do setor em estudo e sua maturidade em relação ao BIM. A partir da pesquisa realizada internamente, percebeu-se que a maturidade é baixa, mas que os projetistas estão interessados na transição do CAD para o BIM. Para complementar a análise, contextualizou-se os processos atuais, com uma visão geral dos fluxos de trabalho com o CAD e das principais dificuldades e impedimentos no uso do BIM. Essa análise identificou onde seria interessante focar e melhorar. Em seguida, realizou-se o mapeamento do fluxo de valor do processo real que ocorre na SPO/DPP, com a identificação das falhas e do que poderia ser modificado.

Para entender melhor as problemáticas enfrentadas no dia a dia, foram realizadas entrevistas com os funcionários do setor e suas chefias, proporcionando uma visão mais abrangente das problemáticas em questão. Os projetistas apresentaram suas visões mais operacionais, enquanto as chefias apontaram questões táticas e estratégicas que envolvem outros níveis de hierarquia. Com as informações coletadas, foi possível transformar as falas em figuras ricas, sintetizando as conexões e relações dos problemas.

Com essa análise em mãos, foi desenvolvido um novo processo de trabalho (artefato) utilizando a metodologia DSR e focando na utilização dos conceitos BIM para diminuição de erros e recursos, aumento da qualidade do projeto e da produtividade. O processo proposto foi transformado em um modelo de PEB, que poderá ser utilizado para a implementação do BIM no órgão.

O PEB foi desenvolvido levando em consideração as barreiras identificadas e as diretrizes processuais que podem ser implementadas. A proposta do PEB é fornecer um modelo editável em formato Word com tabelas e espaços para preenchimento das informações, permitindo que seja modificado ou ampliado de acordo com as necessidades específicas do projeto. Isso torna mais fácil a utilização e adaptação do processo de CAD para BIM, fornecendo um passo a passo claro do que deve ser entregue, quando, como e por quem. Dessa forma, o PEB é uma ferramenta essencial para garantir o sucesso da transição para o uso do BIM na empresa.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões finais deste trabalho, incluindo os resultados obtidos e sugestões para futuras pesquisas. Discutem-se os principais pontos abordados no estudo e suas implicações, bem como se destacam as contribuições e limitações da pesquisa. Ademais, são fornecidas orientações para trabalhos futuros, visando expandir e aprofundar os conhecimentos sobre o tema abordado.

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi analisar os processos atuais da Diretoria de Planos e Projetos (DPP) da UFPE, identificar problemas e propor melhorias, visando à implementação da metodologia BIM. Como resultado, desenvolveu-se um Plano de Execução BIM (PEB) para facilitar a transição entre os processos antigos e os novos.

A metodologia adotada foi a *Design Science Research Methodology*, que permitiu a análise das problemáticas reais, o estudo de soluções na literatura e a proposição das melhorias por meio da construção do artefato. O modelo desenvolvido é baseado em diretrizes claras e objetivas, que estabelecem padrões para o uso da tecnologia BIM, definindo cronogramas, pacotes de entregas e níveis de detalhe para os modelos e documentos do projeto.

Desta maneira, os objetivos alcançados foram: a identificação dos principais requisitos para o desenvolvimento de um PEB trazidos no capítulo 3; o Mapeamento do Fluxo de Valor dos processos existentes para desenvolvimento de novos fluxos de trabalho no capítulo 4, item 4.1.2; o desenvolvimento de um novo processo (artefato) através da metodologia DSR utilizando os conceitos BIM visando a diminuição de erros e recursos, ganhos de qualidade do projeto e aumento de produtividade também no capítulo 4, item 4.2; e o produto que poderá ser utilizado pelo setor em estudo na implementação do BIM na DPP, um PEB editável com a finalidade de facilitar o processo de mudança de CAD para BIM, que encontra-se no Apêndice deste trabalho.

Com isso, os objetivos específicos de um PEB podem variar dependendo do projeto e das necessidades da equipe de construção. No entanto, conforme pesquisado alguns objetivos comuns a todos os PEB's são: a definição de padrões e diretrizes para o uso do BIM durante todas as fases do projeto, desde a concepção até a construção e manutenção; o estabelecimento de um cronograma detalhado para a implementação do BIM, incluindo datas

importantes e responsabilidades da equipe; a especificação dos níveis de detalhe (LOD) para os modelos BIM e outros documentos do projeto; a definição dos requisitos de coordenação e colaboração entre os membros da equipe, incluindo os métodos de comunicação e as ferramentas a serem utilizadas; o estabelecimento de diretrizes para a revisão e validação dos modelos BIM e outros documentos do projeto; e também, a identificação dos requisitos de treinamento e capacitação para a equipe, a fim de garantir a competência no uso do BIM.

O PEB foi apresentado para as chefias imediatas e para a equipe com o objetivo de validação do produto desta pesquisa, foi explicado a motivação e a importância, que o PEB é um documento importante para estabelecer as metas e objetivos do projeto BIM, garantindo uma melhor colaboração, qualidade, eficiência e padronização em todo o processo. Houve a análise e *feedback* pelas chefias com a adição de outros especialistas de projetos no item dos principais *stakeholders*, tais como climatização, proteção e combate ao incêndio, gases laboratoriais, proteção contra descargas atmosféricas entre outros. Além da inclusão desses projetos no cronograma do projeto, a revisão dos usos BIM, de acordo com a maior utilização dos projetos do setor, a inclusão de outras normas NBR e do Plano Diretor da Universidade.

Algumas limitações e desafios foram encontrados no percurso do trabalho. Por causa da pandemia da COVID 19 e com o trabalho remoto, houve a demora na liberação do curso de Revit® básico para os projetistas, tendo sido finalizado apenas no mês de março de 2023, o que não permitiu a implementação real do PEB em um projeto piloto. Entretanto, este tempo foi utilizado para uma maior dedicação à análise do setor e de seus processos atuais, o que resultou em um novo desenho de processo que pode ser utilizado pela SPO/DPP. O novo processo foi desenhado para minimizar as problemáticas que foram apontadas nas entrevistas e na análise interna do setor, e fazer esse novo processo rodar trará benefícios em termos de planejamento, transparência nas informações e uma maior colaboração entre os projetistas, que são pontos essenciais da metodologia BIM.

Outro desafio enfrentado foi falta de publicações de exemplos de empresas públicas brasileiras que estivessem com uma maturidade média a alta na implementação do BIM, trazendo as superações dos obstáculos enfrentados. Entendido pelo decreto ter sido publicado recentemente e pela pandemia da COVID 19 que paralisou os setores que já haviam iniciado o plano de implementação com o BIM.

Para implementar o BIM no setor, é recomendável que todos os projetistas trabalhem em um mesmo projeto piloto e iniciem o planejamento do projeto através do PEB. Isso inclui definir responsabilidades, cronograma, entregas, padronização dos arquivos, entre outros fatores importantes. O trabalho em um mesmo projeto pode gerar uma troca de conhecimento

entre a equipe, facilitando o trabalho colaborativo no futuro. Além disso, é fundamental a designação de um *BIM Manager*, que é responsável por gerenciar o processo de implementação e uso da metodologia BIM em um projeto. Ele atua como um facilitador entre os membros da equipe, garantindo que as informações sejam compartilhadas de forma adequada e que os processos funcionem de forma eficiente.

Em relação aos impactos positivos, a adoção de um Plano de Execução BIM pode resultar em diversos benefícios, tais como:

- **Planejamento Integral e Detalhado:** proporcionando um guia completo e detalhado para a integração do BIM no projeto, assegurando que todos os membros da equipe compartilhem objetivos alinhados e trabalhem em conjunto em direção a essas metas.
- **Orientações para Produção e Coordenação:** estabelecendo diretrizes claras para a produção, coordenação e revisão de modelos BIM e demais documentos do projeto. Isso contribui para minimizar erros e retrabalhos, resultando em maior eficiência.
- **Colaboração Aprimorada e Comunicação Clara:** criando uma estrutura sólida para a colaboração eficaz da equipe e facilitando uma comunicação transparente. Isso, por sua vez, ajuda a reduzir conflitos e atrasos que possam surgir durante o projeto.
- **Gestão Temporal Precisa:** a presença de um cronograma bem definido no PEB para a implementação do BIM auxilia na garantia de que o projeto seja concluído dentro dos prazos e orçamentos estabelecidos.
- **Requisitos de Treinamento e Capacitação:** O PEB estipula os requisitos para treinamento e capacitação da equipe, assegurando que todos os membros possuam as competências necessárias para trabalhar de forma eficiente e eficaz com a metodologia BIM.

Para a administração pública, mais precisamente para o setor em estudo, em relação aos benefícios econômicos trazidos com a utilização do PEB em conjunto com a metodologia BIM pode-se citar: uma redução significativa de recursos, graças à melhor coordenação e colaboração entre as equipes de projeto, engenharia e construção, resultando em menor retrabalho. Além disso, a eficiência é aprimorada ao otimizar processos, antecipar problemas, a tomada de decisões é mais bem documentada com o PEB, resultando em um maior controle dos processos. O orçamento também é beneficiado, com análises mais precisas e acompanhamento do progresso, evitando aditivos futuros nas obras públicas, podendo ainda utilizar as especificações de projeto de acordo com a tabela SINAPI.

Na esfera ambiental, o PEB facilita a implementação de projetos sustentáveis desde o início. Através da análise e escolha de soluções mais eficientes e com menor impacto ambiental, é possível realizar análises energéticas e avaliações de sustentabilidade. Além da possibilidade de escolha de materiais mais sustentáveis, a sustentabilidade se mostra presente ao permitir a redução dos recursos nos projetos, melhor quantificar os materiais utilizados, planejar e controlar seus processos. Ademais, futuramente a modelagem dos projetos em “*as built*” realizada pela DPP poderá ser utilizada em outros setores da Universidade como na manutenção periódica das edificações, bem como em pela fiscalização de obras com o planejamento da obra, acompanhamento e medição.

Em resumo, a adoção do Plano de Execução BIM (PEB) desencadeia impactos que vão além das vantagens econômicas, impulsionando tanto empresas públicas quanto privadas na indústria da construção civil. Essa abordagem não apenas influencia positivamente a economia, mas também guia a construção rumo a um futuro mais eficiente e sustentável, reforçando a busca por um setor consciente e alinhado com a eficiência operacional e a responsabilidade ambiental, trazendo benefícios de longo prazo para a sociedade como um todo.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Percebe-se, portanto, com estudo, que o PEB é algo que pode ser aprimorado com o tempo, mas é fundamental para garantir a eficácia do projeto. O impacto positivo do PEB no sucesso do empreendimento está diretamente relacionado ao planejamento e controle das atividades, resultando em uma melhoria significativa na qualidade e redução dos riscos envolvidos.

Sua aplicabilidade inicialmente em relação a projetos de arquitetura e engenharia podem ser expandidos para a execução e fiscalização de obras, na manutenção das edificações, uma modelagem parametrizada e controlada através das informações. Assim, como sugestões para trabalhos futuros tem-se:

- A continuidade do trabalho proposto com a análise da implementação do BIM no setor em estudo;
- Análise da eficácia do PEB na gestão de projetos, comparando os resultados obtidos com e sem a utilização do plano, e identificando possíveis oportunidades de melhoria na sua implementação.

- A ampliação do uso do PEB para outros setores da Universidade como no inventário de bens imóveis, fazendo os levantamentos e sua modelagem em BIM, permitindo um uso desses dados para o setor de manutenção, de forma a planejar a manutenção das edificações e dos equipamentos;
- O desenvolvimento de um PEB voltado para a licitação e gerenciamento de obras públicas;
- Uso do documento do PEB em outras Universidades e Administração Pública em geral, com o objetivo de disseminar a metodologia BIM e seus benefícios.

REFERÊNCIAS

- ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Vol. 4; 22 p. Brasília, DF: ABDI, 2017.
- AsBEA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Estruturação do escritório de projeto para a implantação do BIM: Fascículo I. Guia AsBEA boas práticas em BIM**. Conselho de Arquitetura e Urbanismo. Brasília, DF: AsBEA, 2013.
- ASSOCIATION FOR PROJECT MANAGEMENT. **Project Management: Body of Knowledge**. Miles Dixon (Ed.). 4. ed. London, 2000.
- ARAYICI, Y.; COATES, P.; KOSKELA; L.; KAGIOGLOU, M.; USHER, C.; O'REILLY, K. **Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice**. Automation in Construction, Vol. 20, Issue 2, Pág. 189-195, ISSN 0926-5805, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.016>.
- _____. **Fluxo de Projetos em BIM: Planejamento e Execução: Fascículo II. Guia AsBEA boas práticas em BIM**. Conselho de Arquitetura e Urbanismo. Brasília, DF: AsBEA, 2015.
- AIA, American Institute of Architects. **Document E202: Building Information Modeling Protocol Exhibit**. American Institute of Architects, Washington, DC, 2008.
- AMARAL, R. D. C. do; FILHO, A. C. de P. **A Evolução do CAD e sua Aplicação em Projetos de Engenharia**. UFRJ. Rio de Janeiro. 2010.
- BAKAR, A; RIDZUAN, A; HARON, A. T.; RAHMAN, R. A. **Building Information Modelling Execution Plan (BEP): A Comparison of Global Practice**. International Journal of Engineering Technology and Sciences, 7.2: 63-73, 2021. DOI: 10.15282/ijets.7.2.2020.1005
- BRASIL. **Lei nº14.133, de 1º de abril de 2021**. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, DF, 2021.
- _____. **Decreto nº 10.306, de 2 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.
- _____. **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. Brasília, DF, 2019.
- _____. **Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011**. Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas - RDC; dentre outras providências. Brasília, DF, 2011.

_____. **Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002.** Institui modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. Brasília, DF, 2002.

_____. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **GUIA 1 - Processo de Projeto BIM.** Coletânea Guias BIM ABDI-MDICI, 2017.

_____. Decreto n. 9.377, de 17 de maio de 2018. **Institui a Estratégia de Disseminação do Building Information Modelling.** Diário Oficial da União, Brasília, Edição 95, Seção 1, p. 3, maio. 2018. Atos do Poder Executivo.

_____. Ministério da Defesa. Departamento de Engenharia e Construção: Diretoria de Obras Militares. **O que é OPUS?** Brasília, 2018.

BSI BRITISH STANDARDS INSTITUTE. **PAS 1192-2:2013: Specification for information management for the capital & delivery phase of construction using BIM.** Reino Unido, 2013.

CBIC, CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea de implementação do BIM para construtoras e incorporadoras em Brasília, 2016.** v. 2: Formas de Implementação BIM. Disponível em: <<https://cbic.org.br/faca-o-download-da-coletanea-bim-no-site-da-cbic/>> Acesso em: 20 de março, 2022.

CORDEIRO, A.; MASCULO, F. **Tecnologias CAD. Produto & Produções.** Livro: vol.8. 2015.

EASTMAN, C. M. (1974). **Through the looking glass: why no wonderland.** Computer applications to architecture in the USA. Computer-Aided Design, 6(3), 119-124. doi:10.1016/0010-4485(74)90042-6

_____. (1976). **General purpose building description systems.** Computer-Aided Design, 8(1), 17-26. doi:10.1016/0010-4485(76)90005-1

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R., LISTON, K., & HANDBOOK, B. **A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors, and Fabricators.** In: John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, 2008

GASPAR, J. A.; RUSCHEL R. C. **The evolution of the meaning ascribed to the acronym BIM: A perspective in time.** 2017. DOI: - 10.5151/sigradi2017-067

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.

GRAY, Clifford F.; LARSON, Erik W. **Gerenciamento de projetos – o processo gerencial.** 4ª ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2009.

GRIEBELER, B. R. **O Processamento da Informação em Arquitetura e Urbanismo Através de Meios Digitais e Computacionais: Uma Abordagem do Design Paramétrico.** Curitiba, 2019.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina. **Caderno De Apresentação De Projetos Em Bim**. v. 1, n. Setembro 2013, p. 1–36, 2013.

HADZAMAN, N. A. H. *et al.* **An Exploratory study: building information modeling execution plan (BEP) procedure in mega construction projects**. Malaysian Construction Research Journal, v. 18, pp. 29-40, 2016.

IBRE, FGV. **Dosando o otimismo: Boletim Macro IBRE**. Brasil, 2018. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br/sites/default/files/2020-02/boletimmacroibre_1803.pdf>

JIANG, R., WU, C., LEI, X., SHEMERY, A., HAMPSON, K.D. AND WU, P. **Government efforts and roadmaps for building information modeling implementation: lessons from Singapore, the UK and the US**. Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 29 No. 2, pág. 782-818, 2022. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2019-0438>

JUSTI, A. **A história do BIM no Brasil. 2021**. Disponível em: <<https://alexjusti.com/2021/04/06/>>. Acesso em: 01/03/2022.

KASSEM, M.; AMORIM, S. **Diálogos Setoriais para BIM: Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**. Brasília, 2015.

KASSEM, M; SUCCAR, B. **Macro BIM Adoption: Comparative market analysis**. Automation in Construction, Volume 81, September 2017, Pages 286-299. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.04.005>

LACERDA, D.P.; DRESH, A.; PROENÇA, A.; JÚNIOR, J.A. **Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção**. Gest. Prod., São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

MANENTI, E. M.; MARCHIORI, R. F.; CORRÊA, L. de A. **Plano de execução BIM: proposta de diretrizes para contratantes e fornecedores de projeto**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 65-85, jan./mar. 2020. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000100363>>

MOURA, W. F. dos S.; CARVALHO, M. C.; SANTOS, K. T.; CARDOSO, H. J. de A.; TELES, L. F. S.; SAMPAIO, M. A. B.; LIMA, S. A. de. **Diretrizes de contratação BIM para órgãos públicos: um estudo de caso**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 12., 2021, Maceió. Anais[...] Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/487>> Acesso em: 14 maio, 2022.

MESSNER, J.; ANUMBA, C.; DUBLER, C.; GOODMAN, S.; KASPRZAK, C.; KREIDER, R.; LEICHT, R.; SALUJA, C; ZIKIC, N. **BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.2**. Penn State University Park, EUA. 2019. Disponível em: <<http://bim.psu.edu>> Acesso em: 10 nov. 2021.

KREIDER, RALPH G; MESSNER, JOHN I. **The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses**. Version 0.9. Penn State University Park, EUA, 2013.

MALTA, J. V. O. DE A. **Diagnóstico para implementação BIM usando o método de desenvolvimento e análise de alternativas estratégicas.** Universidade Federal de Pernambuco, 2020.

MANENTI, E. M.; MARCHIORI, R. F.; CORRÊA, L. de A. **Plano de execução BIM: proposta de diretrizes para contratantes e fornecedores de projeto.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 65-85, jan./mar. 2020. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000100363>

MCADAM; B. **Building Information Modelling: the UK legal context.** International Journal of Law in the Built Environment. Vol. 2, nº3, pág. 246-259, 2010. Doi: 10.1108/17561451011087337

NATIONAL BIM STANDARD. **National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance.** Versão 3, EUA, 2015. Disponível em: <https://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2015/07/nbims-us_v3_3_terms_and_definitions.pdf>. Acesso em agosto de 2022.

NASCIMENTO, C. R. S. de M. S. **Modelo para Priorização de Projetos em Instituições Públicas Federais Associado à Implementação do Bim: uma Aplicação na Universidade Federal de Pernambuco.** Universidade Federal de Pernambuco, 2022.

NEVES, L. R. **A Relação das Tecnologias de Projeto Utilizadas no Ensino Básico Técnico com o Mercado de Trabalho: Um Estudo de Caso.** Recife, 2018.

NICOLETA, P. **Defining the BIM Execution Plan.** Agosto de 2021. Disponível em: <<https://www.breakwithanarchitect.com/post/the-bim-execution-plan>>. Acesso em julho de 2022.

NUNES, G.H.; LEÃO, M. **Comparative study of design tools - the traditional CAD and BIM modeling.** Revista de Engenharia Civil, No. 55, 47-6, 2018.

NOGGOSZEKI, R. R. P. **A evolução do desenho no design de interiores sob a ótica de uma experiência profissional.** 2016. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Design de Interiores) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

ORAEE, M.; HOSSEINI, M. R.; EDWARDS, D. J; LI, H.; PAPADONIKOLAKI, E.; CAO, D. **Collaboration Barriers in BIM-based Construction Networks: A Conceptual Model.** International Journal of Project Management. v. 37.6, p.839-54, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.05.004>

RAMÍREZ-SÁENZ, J. A.; GÓMEZ-SÁNCHEZ, J. M.; PONZ-TIENDA, J. L.; ROMERO-CORTÉS, J. P.; GUTIÉRREZ-BUCHELI, L. **Requirements for a BIM execution plan (BEP): a proposal for application in Colombia.** Building & Management, vol. 2(2), pp. 05-14, 2018 <http://dx.doi.org/10.20868/bma.2018.2.3763>

SILVA, A. C. P.; ALENCAR, L. H. **Identificação dos requisitos para elaboração do plano de execução BIM (BEP) – Uma revisão de literatura.** Enegep, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, outubro de 2022. DOI: 10.14488/enegep2022_tn_st_387_1916_45123

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

SUCCAR, B. **Building Information Modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction. Vol. 18, pág. 357-375, 2009.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. **Macro BIM Adoption: Conceptual Structures**. Automation in Construction. Vol. 57, pág. 64-79, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018>> Acesso em: 15 maio, 2022.

MARCH, S.; SMITH, G. F. **Design and natural science research on information technology**. Decision Support Systems, Volume 15, Issue 4, Pages 251-266, ISSN 0167-9236, 1995. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167923694000412>. Acesso em 10 de mar. 2023.

UFPE, Universidade Federal de Pernambuco. **Organograma SPO**. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/superintendencias/spo/fluxogramas>>. Acesso 02 fev. 2023.

_____. Universidade Federal de Pernambuco. **Resolução 08/2022**. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/sinfra>>. Acesso em: 13 mar. 2022.

VENABLE, JOHN (2006). **A Framework for Design Science Research Activities**. Proceedings of the 2006 Information Resource Management Association Conference (CD), Washington, DC, USA, 21-24 May 2006, Idea Group Publishing, Hershey, Pennsylvania, USA.

WU, C.; XU, B.; MAO, C.; LI, XIAO. **Overview of BIM maturity measurement tools**. Journal of Information Technology in Construction (ITcon). Vol. 22, pág. 34-62, 2017. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2017/3>> Acesso em: 15 maio, 2022.

APÊNDICE A – PEB – PLANO DE EXECUÇÃO BIM PARA DPP/SPO



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS
DIRETORIA DE PLANOS E PROJETOS**

**PEB (PLANO DE EXECUÇÃO BIM) DO PROJETO XXXXXXXX/DA DEMANDA XXXXXX-
CAMPUS REITOR JOAQUIM AMAZONAS – CIDADE UNIVERSITÁRIA - RECIFE - PERNAMBUCO**



RESPONSÁVEL: XXXXXX
2023

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	82
2. INFORMAÇÕES DO PROJETO	83
3. CRONOGRAMA DO PROJETO	79
4. USOS BIM	85
5. LOD – <i>Level of Development</i>	87
6. DADOS DO CONTRATO (ESCOPO)	89
7. RESPONSABILIDADES - FUNÇÕES ORGANIZACIONAIS	92
8. MAPA DE PROCESSOS	93
9. ENTREGÁVEIS	94
10. PLANO DE COMUNICAÇÃO	96
11. LISTA MESTRA	98
12. REFERÊNCIAS NORMATIVAS	99

1. INTRODUÇÃO

O Plano de Execução BIM, também conhecido como PEB, é um documento crucial para o sucesso de um projeto. Ele tem como objetivo principal garantir que todos os envolvidos estejam cientes de suas responsabilidades, definindo com clareza o papel de cada um e garantindo que trabalhem de forma colaborativa e em plataformas compatíveis para a integração do modelo BIM. Essa abordagem permite que as informações e dados do projeto estejam sempre disponíveis e corretos, facilitando a compreensão dos processos de execução adequados às boas práticas BIM. Além disso, a implementação do PEB aumenta o valor do nível de planejamento do projeto, reduzindo os riscos envolvidos. Por isso, é fundamental que as equipes envolvidas em projetos que utilizam BIM desenvolvam e sigam um PEB bem estruturado, garantindo assim a execução do projeto de forma mais eficiente e eficaz.

(Explicar a demanda do projeto de maneira breve, relatar o motivo da intervenção/ projeto, o escopo inicial e os envolvidos nos projetos (stakeholders)).

O presente relatório é parte dos produtos relativos ao Projeto XXXXXXXXXXXXXXXX/a demanda XXXXXX (via SIPAC ou REITORIA) – situada na rua/ Av. XXXXX, próximo aos edifícios XXX no Campus Reitor Joaquim Amazonas, localizado no bairro do Engenho do Meio, na cidade de Recife-PE.

Nome do projeto:			
Data de Abertura: ___/___/202__		Demandante:	
Localização da Obra:			
PRINCIPAIS CONTATOS DO PROJETO			
ATORES DO PROJETO (Stakeholders)	EMPRESA/ SETOR	TELEFONE	EMAIL
Demandante (Dono do Projeto)			
Arquiteto			
Engenheiro Civil - Estrutura			
Engenheiro Civil - Hidrossanitário			
Engenheiro Eletricista			
Projetista Lógica e CFTV			
Projetista de Climatização - AVAC			
Projetista SPDA			
Projetista Prevenção e Combate ao Incêndio			
Projetista Gases Laboratoriais			
Arquiteto Paisagista			
Orçamentista			
Coordenador de Projetos			
Diretor de Projetos			
BIM Manager (executor do PEB)			
Outros participantes			

2. INFORMAÇÕES DO PROJETO

3. CRONOGRAMA DO PROJETO

Definir as etapas de projeto e as datas estimadas para as entregas em equipe. Atentar para período de férias e feriados.

FASES / ETAPAS DO PROJETO	Data estimada para início	Data estimada para finalização	PACOTES DE ENTREGA	RESPONSÁVEIS
Modelagem de arquitetura	Data/mês/ano	Data/mês/ano	Ex.: modelagem a nível de Estudo Preliminar	ARQ/ ENG EST/ ENG HID/ENG ELE/ LOG
Modelagem de Estrutura				
Modelagem de Hidrossanitária				
Modelagem de Drenagem				
Modelagem de Elétrica				
Modelagem de CFTV/Lógica				
Modelagem de AVAC				
Modelagem de Gases				
Modelagem de SPDA				
Modelagem de Combate ao Incêndio				
Modelagem de Paisagismo				

4. USOS BIM

Importante definir para que uso o modelo irá servir, assim as informações contidas nesse modelo estarão atreladas a esse uso. O guia da Pennsylvania State University (BIM – *Project Execution Planning Guide*) relaciona um conjunto de 21 possíveis usos:

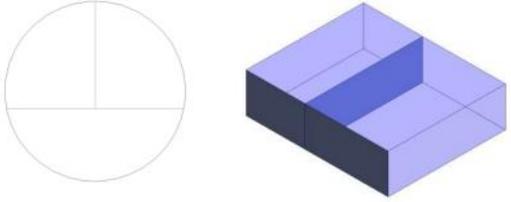
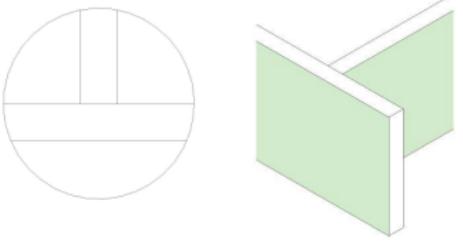
USOS			OBSERVAÇÕES
PROJETO	Modelagem de condições existentes	X	Levantamento do terreno ou do edifício
	Análise de implantação	X	Verificação da ventilação natural, das incidências de luz e sombras das edificações do entorno
	Criação e concepção com modelos BIM	X	Apresentação dos estudos para os clientes e análise pela equipe de projetistas
	Validação de códigos e normas	X	Verificação das normas NBR, Plano Diretor da Universidade. Normas como a 9050 de acessibilidade podem estar previamente atreladas ao modelo evitando erros de projeto.
	Verificação de qualidade de modelo com model checker	X	Verificação da qualidade da informação do modelo BIM e com uso de regras no model checker, por exemplo, com Navisworks ou Solibri.
	Coordenação 3D com verificação de conflitos	X	Efetuar a verificação de conflitos com aplicativo model checker, como Navisworks, solibri ou similares.
	Coordenar e colaborar através de sistema WEB/BCF		Verificar se a solução de projeto atende aos requisitos e metas e coordena os ajustes por meio de sistema WEB/ BCF.
	Utilizar o aplicativo de projeto ou visualizador para verificações simples		Operação básica do aplicativo para checagem de arquivos e soluções.
	Análise Energética		Utilização de <i>plugins</i>

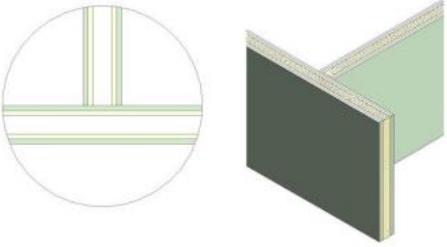
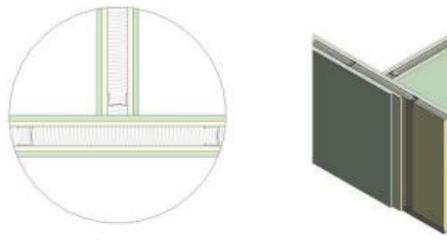
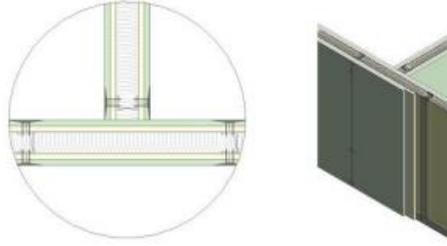
	Análise Estrutural		Utilização de <i>plugins</i>
	Análise Luminotécnica		Utilização de <i>plugins</i>
	Análise de Climatização e similares		Utilização de <i>plugins</i>
	Avaliação de Sustentabilidade – LEED		Utilização de <i>plugins</i>
	Definição do Programa de Necessidades	X	Analisar as necessidades, suas restrições e possibilidades com apoio de modelo BIM para estabelecer metas e requisitos do empreendimento.
	Design Review – Revisão Crítica	X	Utilizar aplicativos de projeto, simulação e model checker para verificar se as soluções atendem aos requisitos e metas do empreendimento.
	Quantitativos de materiais	X	Extrair quantitativos de materiais, equipamentos e serviços do modelo BIM, organizados conforme planejado
	Orçamentos com recursos BIM	X	Especificações de acordo com a tabela SINAPI
CONSTRUÇÃO	Planejamento e gestão do canteiro		DFO – Futuramente a modelagem realizada pela DPP poderá ser utilizada pelo empreiteiro e pela fiscalização para o planejamento da obra, acompanhamento e medição;
	Projetos de sistemas construtivos		
	Fabricação digital		
	Controle de execução 4D		
	Planejamento de etapas de construção / implantação – 4D		
	<i>As built</i> Modelo Final Consolidado		Modelagem do <i>As Built</i> pode ser bastante utilizada para a DMC realizar manutenções periódicas
OPERAÇÃO	Programação de manutenção preventiva do edifício		DMC – Futuramente a modelagem do <i>as built</i> realizada pela DPP poderá ser utilizada na

			manutenção;
	Comissionamento		
	Análises dos sistemas do edifício		
	Gestão do edifício		Os coordenadores prediais podem utilizar os modelos para gerenciamento interno de seus espaços para os professores e alunos.
	Gerenciamento dos espaços		A CCBI poderá utilizar os modelos para gerenciar espaços de locação como lanchonetes, por exemplo.
	Planejamento de abandono do edifício		DGA poderá usar o modelo para o gerenciamento dos resíduos sólidos e da construção civil na demolição de parte ou de todo um edifício.

5. LOD – Level of Development

O nível de detalhamento identifica o conteúdo específico mínimo requerido e seus usos autorizados para cada elemento do modelo, estão divididos em cinco níveis progressivos de detalhamento e complementação.

LOD	EXEMPLO
<p><u>LOD 100</u> - O elemento pode ser representado graficamente no modelo com <u>um símbolo</u> ou outra <u>representação genérica</u>. Informação relativa ao elemento pode ser derivada de outros elementos modelados.</p>	
<p><u>LOD 200</u> - O elemento deve ser graficamente representado no modelo como <u>um sistema, objeto ou montagem genérico</u>, com quantidade, tamanho, forma, locação e orientação aproximados. Informações não gráficas adicionadas ao elemento devem constar nessa fase.</p>	

<p><u>LOD 300</u> - O elemento deve ser representado graficamente no modelo como um <u>sistema, objeto ou montagem específico</u> com quantidade, tamanho, forma, locação e orientação definidos. Informações não gráficas adicionadas ao elemento devem constar nessa fase.</p>		
<p><u>LOD 400</u> - O elemento deve ser representado graficamente no modelo como <u>um sistema, objeto ou montagem específico</u>, com quantidade, tamanho, forma, locação e orientação definidos, e <u>suas interfaces com outros elementos do edifício</u>. Informações não gráficas adicionadas ao elemento devem constar nessa fase.</p>		
<p><u>LOD 500</u> - O elemento deve ser representado graficamente no modelo como um sistema, objeto ou montagem específico, com quantidade, tamanho, forma, locação e orientação definidos, <u>com informações relativas ao detalhamento, à fabricação, montagem e instalação</u>. Informações não gráficas adicionadas ao elemento podem constar nessa fase.</p>		
ETAPA	MODELO	LOD
Estudo de Viabilidade	ARQ	LOD 100
Estudo Preliminar	ARQ / EST	LOD 200
Anteprojeto	ARQ / EST / INST	LOD 300
Projeto Executivo	ARQ / EST / HID/ ELE/ INC / LOG	LOD 400
<i>As built</i>	ARQ / EST / HID/ ELE/ INC / LOG	LOD 500

6. DADOS DO CONTRATO (ESCOPO)

Os dados do contrato listam as informações necessárias que deverão constar no modelo BIM:

Listar os modelos utilizados na análise, qual o tipo do modelo, a ferramenta utilizada, a fase de projeto. Pode-se listar também as informações importantes encontradas na análise e que poderão ser objetos de revisão.

ANÁLISE	FERRAMENTA	MODELO	EMPRESA/ PROJETISTA	FASE DO PROJETO	FORMATO DO ARQUIVO	INFORMAÇÕES IMPORTANTES
Visualização	Bim collab zoom	ARQ		Anteprojeto	IFC	ALTERAÇÃO DA ALTURA NIVEL 01
Detacção de colisão	BIM Collab ZOOM e Eberick	ARQ E EST		Anteprojeto	IFC	INSERIR PILARES A CADA 5M

Caso seja necessário terceirizar o projeto ou parte dele será necessário definir os Requisitos de Dados BIM para FM&O:

Esses requisitos BIM dos colaboradores/ fornecedores / executores devem ser estipulados de acordo com a necessidade de cada projeto.

Requisitos de Dados BIM para FM&O:
Exemplos:
Competência no uso do modelo BIM e dos requisitos mínimos solicitados
Experiência na troca de informações
Experiência na implementação do BIM <i>Execution Plan</i> (BEP)
Procedimentos de colaboração:
Existem várias formas de desenvolver os projetos em BIM, será de acordo com o tamanho do projeto, nível de detalhamento, número de projetistas envolvidos, se haverá projetistas externos etc.
Cada disciplina desenvolve os próprios modelos, vinculados a um único modelo central integrado, todos depositados no mesmo local virtual. Essa organização é chamada de modelo federado, permite a colaboração contínua e concomitante.

Quando as disciplinas forem modeladas em *softwares*, deve-se utilizar arquivos de IFC para permitir a interoperabilidade entre as ferramentas.

Padronização:

Existe a necessidade da adoção de padrões para viabilizar os procedimentos de colaboração. Essa padronização envolve a nomenclatura de arquivos de modelos, nomenclatura de documentos, nomenclatura de componentes dos modelos (bibliotecas), organização de diretórios, pastas e arquivos.

Obs.: É importante que as especificações contidas nos elementos do projeto estejam na tabela do SINAPI, sendo responsabilidade de cada projetista colocar as informações do SINAPI (código e especificações) dentro do seu modelo.

NOMENCLATURA DOS MODELOS

EX.:CENTRO_PRÉDIO_PAVIMENTO_DEPARTAMENTO_TIPO_ETAPA_REVISÃO_EXTENSÃO

NOMENCLATURA DOS DOCUMENTOS

EX.:CENTRO_PRÉDIO_PAVIMENTO_DEPARTAMENTO_TIPO_ETAPA_REVISÃO_P01.10

NOMENCLATURA DE COMPONENTES DOS MODELOS (BIBLIOTECAS)

ORGANIZAÇÃO DE DIRETÓRIOS, PASTAS E ARQUIVOS

Exemplo de armazenamento:

1. COORDENAÇÃO ARQUITETURA
 - A. GERENCIAMENTO DE PROJETOS
 - B. NOME DO PROJETO
1. LISTA MESTRA;
2. ARQUITETURA;
 - a. LEVANTAMENTO
 - b. ESTUDO PRELIMINAR
 - c. ANTEPROJETO
3. TOPOGRAFIA;
4. SONDAAGEM;
5. ESTRUTURA;
 - a. ESTUDO PRELIMINAR
 - b. ANTEPROJETO
6. INSTALAÇÕES PREDIAIS:
 - a. ELÉTRICA;
 - b. HIDRÁULICA;
 - c. ESGOTO;

d. PLUVIAIS 7. COMPATIBILIZAÇÃO			
Controle de Documentos e Armazenamento:			
Backups físicos? Nuvem? Quem tem acesso?			
Controle de qualidade:			
<p>Checagem visual - Inclui-se nessa checagem a verificação de que todos os elementos do modelo se encontram nos espaços de trabalho corretos.</p> <p>Validação dos elementos - Deverá ser realizada a verificação no modelo a fim de garantir que nenhum elemento do modelo contenha dados incorretos e que todos contenham os dados mínimos necessários para aquele momento de desenvolvimento do modelo.</p> <p>Checagem padrão - Deve-se garantir que o modelo esteja de acordo com os padrões, critérios e dados básicos acordados entre equipes.</p> <p>Checagem de interferência - A verificação de interferência nos projetos deve ocorrer continuamente entre as disciplinas. Cabe ao projetista de cada especialidade estar atento à interface da própria disciplina com as demais e garantir que estas estejam compatíveis.</p>			
TIPO DE CHECAGEM	RESPONSÁVEL	DATA	RELATÓRIO
Checagem visual	Bim manager	XX/XX/ 2023	Relatório do Revit enviado para a equipe por e-mail
Checagem padrão	Cada projetista de cada disciplina		
Checagem de interferência	Bim manager / Cada projetista de cada disciplina		
Necessidades de infraestrutura tecnológica:			
<i>Softwares</i>	Aquisição de mais 05 licenças de Revit para os estagiários de arquitetura e engenharia		

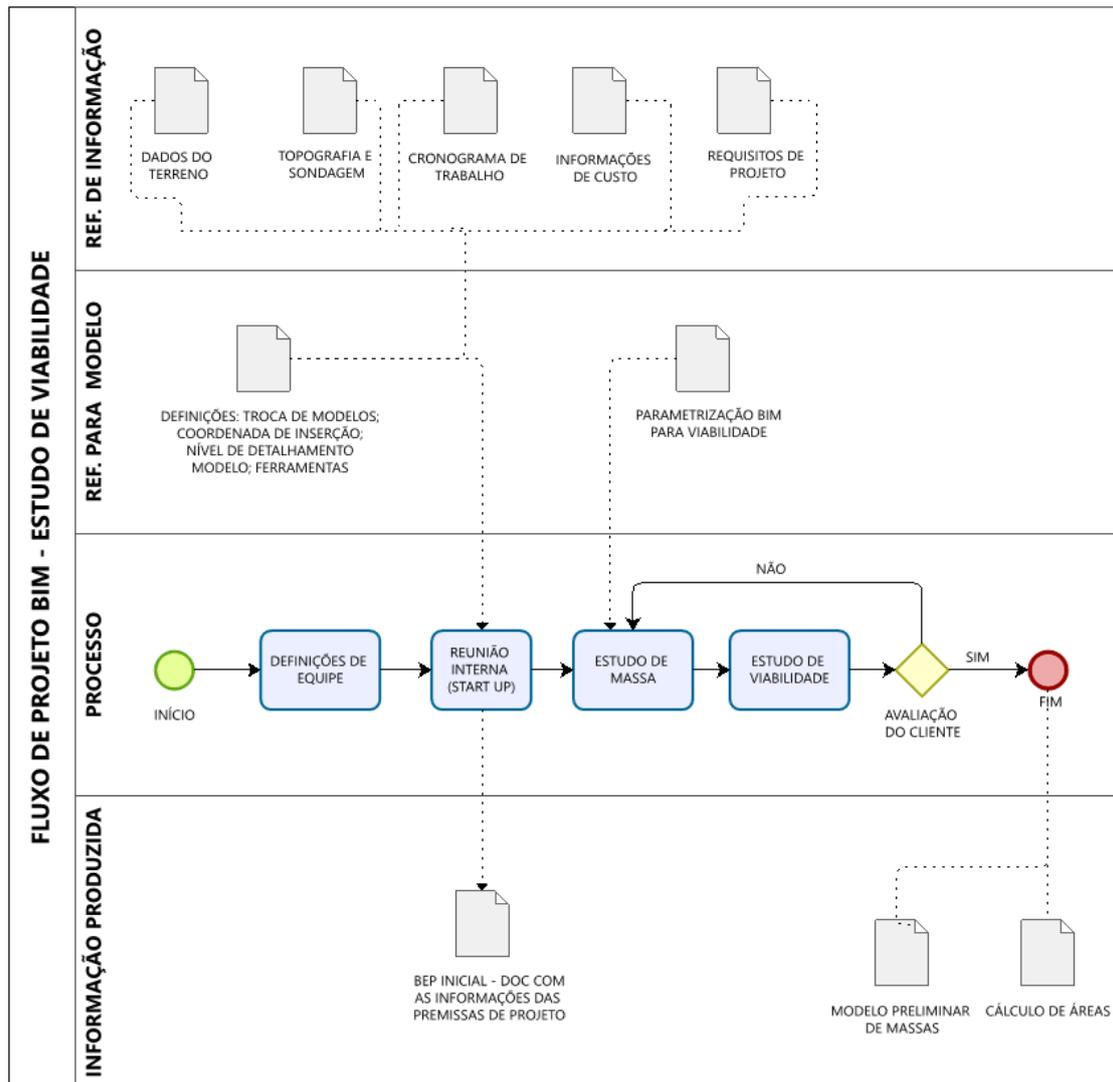
<i>hardware</i>	Aquisição de 03 computadores padrão xxxx
Outros equipamentos	Aquisição de 06 Nobreaks
Estrutura do modelo:	
Nomes, níveis, eixos e sistemas de coordenadas: (importante identificar um ponto 0,0,0 comum a todos os projetistas) Ex.: Eixo do pilar 01 térreo	

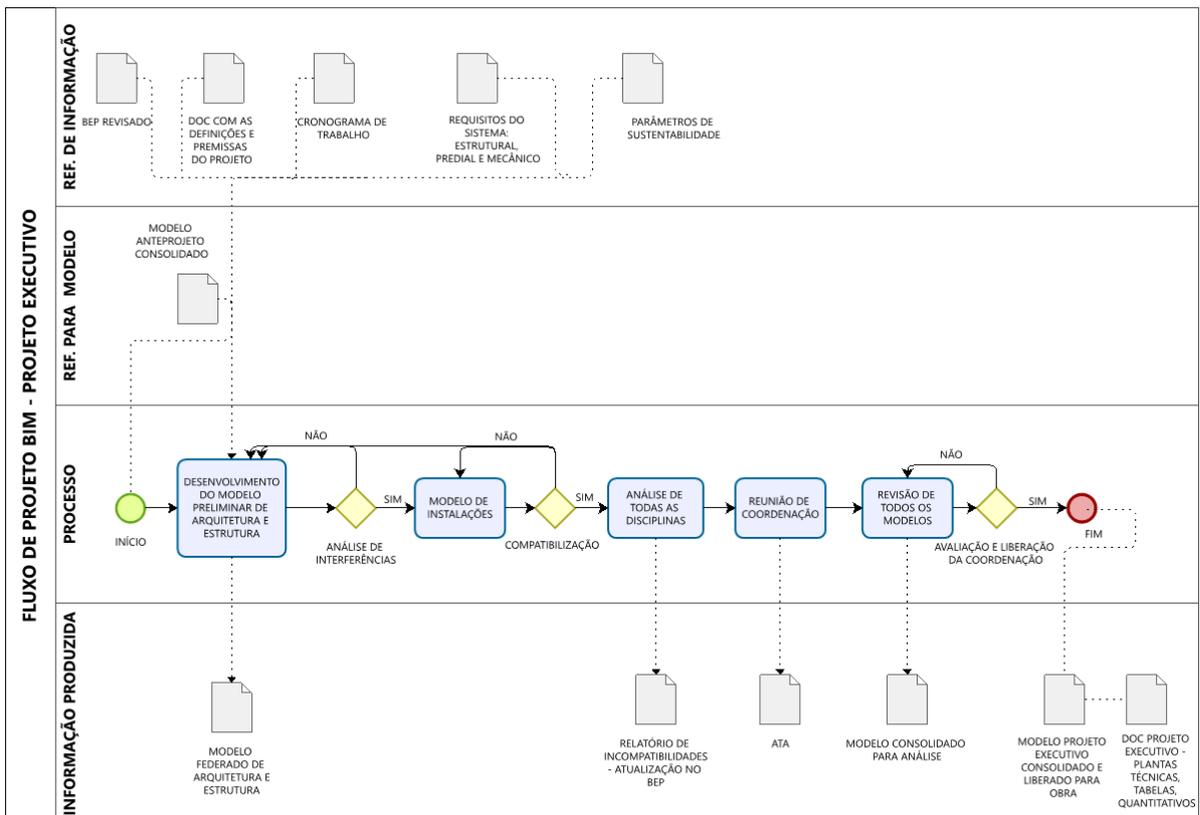
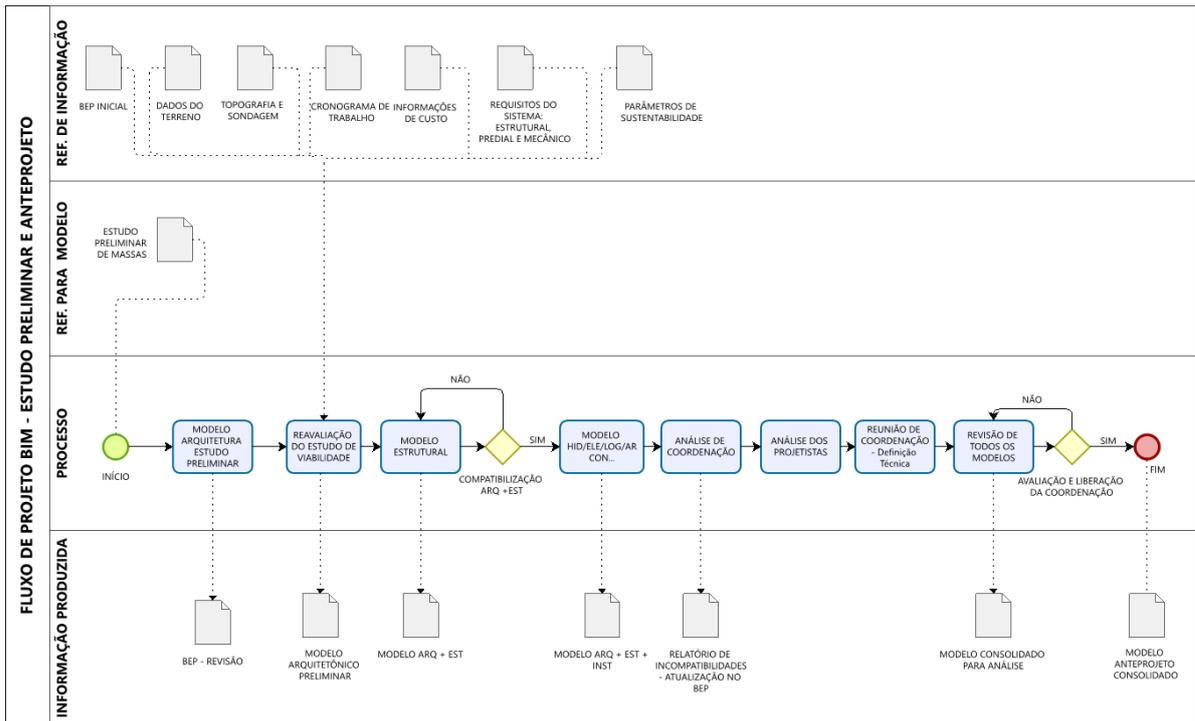
7. RESPONSABILIDADES - FUNÇÕES ORGANIZACIONAIS

FUNÇÃO	NOME	ACORDOS E OBRIGAÇÕES
Contratante		Patrocinador, cliente
Gerente de projeto do Contratante		Coordena os contratos de projeto; verifica e valida os entregáveis
Coordenador de Projeto		Verificar o atendimento de premissas de projeto nos entregáveis; coordena as atividades; gerenciar a informação
BIM Manager		Organiza a comunicação; coordena interfaces; gerencia informação
Coordenador da disciplina		Gerencia o desenvolvimento do projeto da disciplina; verifica atendimento dos requisitos
Projetista Nível Avançado		Desenvolve o projeto da disciplina
Projetista Trainee		Desenvolve atividades de projeto da disciplina
Orçamentista		Realiza a montagem do orçamento do projeto; fornece diretrizes para modelagem para o orçamento
Planejamento de Obra		Monta o planejamento da obra

8. MAPA DE PROCESSOS

Os mapas de processos desenhados abaixo servem para ilustrar o processo de trabalho em BIM e foram divididas de acordo com as etapas do projeto de arquitetura para um melhor entendimento. Nem sempre os projetos terão início com o estudo de viabilidade e o estudo de massa, por exemplo. Mas servem de parâmetro para entender as necessidades das informações que serão necessárias para dar início ao projeto, as informações no modelo, as entradas, os processos e as saídas desse processo, que são os produtos resultantes.





9. ENTREGÁVEIS

Os entregáveis são os itens necessários para atingir o objetivo do projeto, os quais são tangíveis e mensuráveis. O desenvolvimento desses itens requer interação de um ou mais participantes do

projeto, configurando-se como uma entrega.

Exemplos de entregáveis incluem documentos como pranchas de execução de alvenarias, forro (pdf, dwf), relatórios fotográficos (doc, jpg, ppt), planilhas orçamentárias (xls, mdb), modelos BIM (ifc, rvt), relatório de interferências (doc, html, xls), bases de trabalho em CAD (dwg, dxf) e outros.

No fluxo de projetos BIM, os principais entregáveis são os modelos BIM (ifc, rvt, pla), relatórios de interferências (doc, html, xls, smc) e registro de comentários (bcf, pdf, psv, html). É possível utilizar os modelos disponibilizados como único entregável para as finalidades definidas, desde que haja concordância e registro no PEB, levando em consideração o uso e o LOD.

ENTREGÁVEIS DO PROJETO									
Entregáveis	Gerenciamento	Arquitetura	Estrutura Met.	Estrutura Conc.	Prev. Incêndio	Inst. Hidrossan.	Inst. Elétricas	Cronograma e Planejamento	Orçamentação
Modelo BIM de coordenação	-	Sim	Sim	Sim	-	-	-	-	-
Modelo BIM de autoria	-	Sim	-	-	-	-	-	-	-
Modelo BIM como construído (<i>As built</i>)	-	Não	-	-	-	-	-	-	-
Documentação: folhas gráf. e memoriais	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quantitativos de materiais	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estimativa de custos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plano de execução BIM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quantitativos de serviços por critério de medição	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estratégias de entrega:									
- A cada entrega deve ser assinado o FORMULÁRIO DE ACEITE pelo demandante do projeto.									
- As ARTS devem ser feitas pelo tipo de projeto, levantamento, acompanhamento de obra e									

assim que finalizado deve ser dado baixa.

10. PLANO DE COMUNICAÇÃO

A cada reunião de equipe ou de apresentação deverá ser feita uma ata de reunião com o que foi tratado e o que ficou definido, se possível fazer a ata concomitante à reunião e pedir a leitura e a assinatura de todos os participantes. Caso não seja possível fazer a ata o mais breve e enviar para todos por e-mail e pedir a assinatura digitalmente.

Sempre deixar os arquivos escaneados ou em pdf (assinados) salvos na pasta com o nome da reunião e a data (ex.: 04.08.2023_REUNIÃO DE APRESENTAÇÃO DO ANTEPROJETO/ 04.04.2023_REUNIÃO DE ALINHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO).

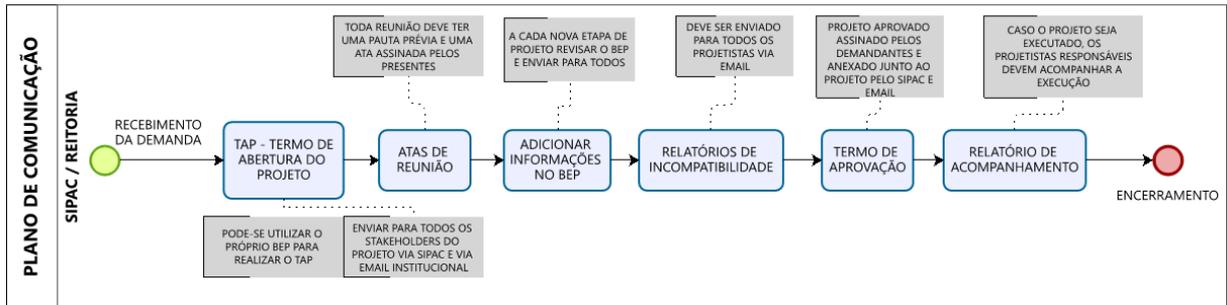
Listar os tipos de reuniões que serão necessárias para as apresentações dos projetos, os *stakeholders*, as tecnologias necessárias para a compreensão do projeto, o nome do arquivo e a fase de projeto.

Haverá a necessidade de fazer outras reuniões para complementar o entendimento e com a participação de outros projetistas conforme o projeto vai sendo transformado.

Tipo de Reunião	Referência dos arquivos	Participantes obrigatórios	tecnologias	Atas
Estudo Preliminar	CCS-ODONTO-CLINICASAEB-ARQ-EP-R00	ARQ/ ENG/ DFO/ ORÇ	REVIT	Sugestões de alteração da equipe e impedimentos técnicos em ata enviada por email – deixar salvo na pasta do projeto
Apresentação do Estudo Preliminar para o cliente	CCS-ODONTO-CLINICASAEB-ARQ-EP-R01	ARQ – Arquiteto responsável, diretoria, coordenação / Cliente: Prof Daniela, prof Maria Luiza	REVIT POWERPOINT	Sugestões de alteração do cliente anotados em ata enviada por email – deixar salvo na pasta do projeto
Anteprojeto Arquitetônico	CCS-ODONTO-CLINICASAEB-ARQ-AP-R00	Equipe: Eng Estrutural/ Eng Hidráulica/ Elétrico/ projetista Ar cond	REVIT POWERPOINT TRELLO	Sugestões de alteração da equipe e impedimentos técnicos em ata enviada por email – deixar salvo na pasta do projeto
Apresentação do Anteprojeto Arquitetônico	CCS-ODONTO-CLINICASAEB-ARQ-AP-R01	ARQ – Arquiteto responsável, diretoria, coordenação / Cliente: Prof	REVIT POWERPOINT TRELLO	Ata em word /pdf enviado para todos os participantes e assinado digitalmente

		Daniela, prof Maria Luiza		
Anteprojeto Arquitetônico	CCS-ODONTO- CLINICASAEB-ARQ- AP-R02	Equipe: Eng Estrutural/ Eng Hidráulica/ Elétrico/ projetista Ar cond	REVIT POWERPOINT TRELLO	Sugestões de alteração da equipe e impedimentos técnicos em ata enviada por email – deixar salvo na pasta do projeto
Apresentação do Anteprojeto Arquitetônico	CCS-ODONTO- CLINICASAEB-ARQ- AP-R03	ARQ – Arquiteto responsável, diretoria, coordenação / Cliente: Prof Daniela, prof Maria Luiza	REVIT POWERPOINT TRELLO	Ata em word /pdf enviado para todos os participantes e assinado digitalmente
Desenvolvimento do Projeto Executivo	CCS-ODONTO- CLINICASAEB-ARQ- EXE-R00	ARQ/ ENG/ DFO/ ORÇ	REVIT POWERPOINT TRELLO	Apresentação dos <i>clash detections</i> em relatório Aprovação das alterações e responsabilidades de cada projetista – anotar em ata e enviar por email – deixar salvo na pasta do projeto
Projeto Executivo - Coordenação	CCS-ODONTO- CLINICASAEB-ARQ- EXE-R01	ARQ/ ENG/ ORÇ	REVIT POWERPOINT TRELLO	Verificação do Modelo e compatibilização do projeto - Aprovação das alterações e responsabilidades de cada projetista – anotar em ata e enviar por email – deixar salvo na pasta do projeto

Fluxo de informações:



Powered by
brazlog
Modeler

11. LISTA MESTRA

Marcar as revisões realizadas, os responsáveis e as datas, colocar nas observações as mudanças importantes que foram feitas no arquivo.

MODELO	VERSÃO	ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO	RESPONSÁVEL	OBSERVAÇÕES
XXXX_ARQ.IFC	R01	XX/XX/2023	ARQ	
XXXX_EST.IFC	R02		ENG	
XXXX_MEP.IFC	R00			

12. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Vol. 4; 22 p. Brasília, DF: ABDI, 2017.

AsBEA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Estruturação do Escritório de Projeto para a Implantação do BIM: Fascículo I. Guia AsBEA boas práticas em BIM**. Conselho de Arquitetura e Urbanismo. Brasília, DF: AsBEA, 2013.

AsBEA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Fluxo de Projetos em BIM: Planejamento e Execução: Fascículo II. Guia AsBEA boas práticas em BIM**. Conselho de Arquitetura e Urbanismo. Brasília, DF: AsBEA, 2015.

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

BSI BRITISH STANDARDS INSTITUTE. **PAS 1192-2:2013: Specification for information management for the capital & delivery phase of construction using BIM**. Reino Unido, 2013.

CBIC, CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea de implementação do BIM para construtoras e incorporadoras em Brasília, 2016**. v. 2: Formas de Implementação BIM. Disponível em: <<https://cbic.org.br/faca-o-download-da-coletanea-bim-no-site-da-cbic/>> Acesso em: 20 de março, 2022.

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R., LISTON, K., & HANDBOOK, B. **A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors, and Fabricators**. In: John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, 2008

HADZAMAN, N. A. H. *et al.* **An Exploratory study: building information modeling execution plan (BEP) procedure in mega construction projects**. Malaysian Construction Research Journal, v. 18, pp. 29-40, 2016.

MESSNER, J.; ANUMBA, C.; DUBLER, C.; GOODMAN, S.; KASPRZAK, C.; KREIDER, R.; LEICHT, R.; SALUJA, C.; ZIKIC, N. **BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.2**. Penn State University Park, EUA. 2019. Disponível em: <<http://bim.psu.edu>> Acesso em: 10 nov. 2021.

SILVA, A. C. P.; ALENCAR, L. H. **Identificação dos requisitos para elaboração do plano de execução BIM (BEP) – Uma revisão de literatura**. Enegep, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, outubro de 2022. DOI: 10.14488/enegep2022_tn_st_387_1916_45123

APÊNDICE B – ROTEIRO DAS ENTREVISTAS

PERGUNTAS PARA PROJETISTAS

Bom dia! Meu nome é Ana Carolina Previatello, sou arquiteta na DPP e estou finalizando minha dissertação de mestrado em Engenharia de Produção. A temática do meu trabalho é a melhoria da qualidade de projetos e processos através do conceito do BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção). Então, para propormos alguma melhoria devemos antes analisar os processos e identificar os problemas/ gargalos. Conto com o apoio de vocês para o enriquecimento da minha pesquisa! Muito obrigada!

1. Na sua opinião, em relação ao processo de trabalho, o que acontece para que os projetos finalizados pela DPP não sejam realizados (exceto falta de verba)?
2. O que poderia ser melhorado na comunicação, com os clientes, chefia, outros projetistas para que o processo de trabalho fluísse melhor, gerando assim um projeto de melhor qualidade?
3. Existe um procedimento claro para você e para o cliente (o solicitante) de como funcionam todas as etapas de projeto? Acredita que algo possa ser melhorado? Se sim, o que?
4. Como um trabalho colaborativo (maior comunicação e troca de experiências) poderia ser implementado?
5. Na sua opinião o *software* Revit poderia melhorar o andamento dos projetos? De que maneira?
6. Quais as principais barreiras enfrentadas no setor para que o BIM ainda não esteja sendo utilizado?
7. O que poderia ser feito para minimizar tais barreiras?

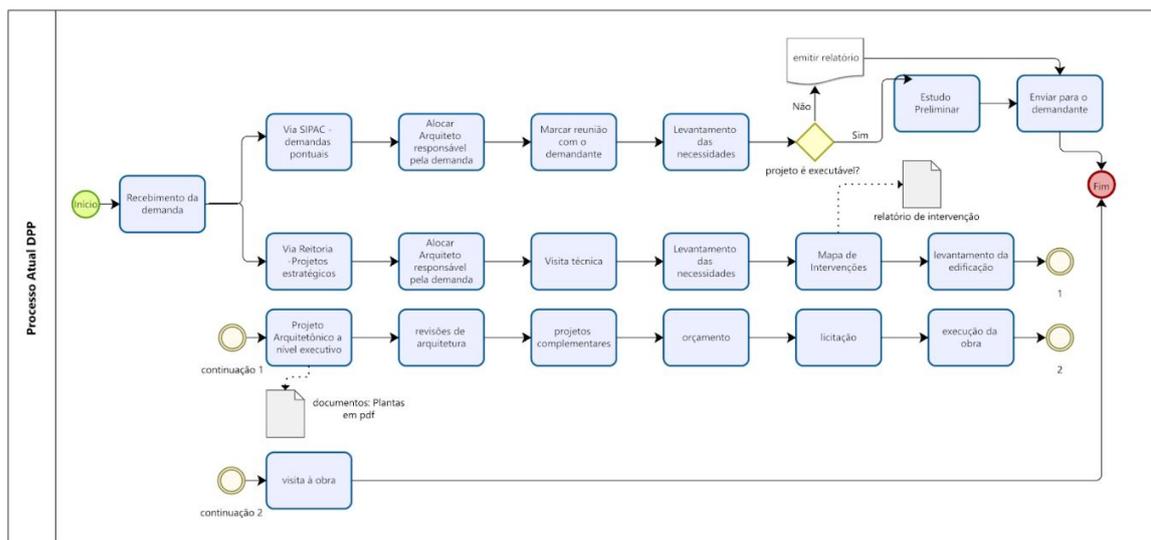
Muito obrigada pela disponibilidade e atenção! Caso queira deixar alguma dúvida ou comentário fique à vontade!

PERGUNTAS PARA CHEFIAS

Bom dia! Meu nome é Ana Carolina Previatello, sou arquiteta na DPP e estou finalizando minha dissertação de mestrado em engenharia de produção. A temática do meu trabalho é a melhoria da qualidade de projetos e processos através do conceito do BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção). Então, para propormos

alguma melhoria devemos antes analisar os processos e identificar os problemas/ gargalos. Conto com o apoio de vocês para o enriquecimento da minha pesquisa! Muito obrigada!

1. Quantos projetos foram solicitados nos anos de 2021 e 2022? Quantos deles foram via SIPAC e quantos foram via Reitoria?
2. Existe outra forma de solicitação de projetos que não através dessas 2 vias (SIPAC e Reitoria)?
3. Quantos desses projetos foram desenvolvidos a nível de projeto executivo?
4. Quantos dos projetos iniciados foram executados (obra entregue)?
5. Existe um diálogo para alinhamento do levantamento das necessidades de cada coordenação/ centros com o planejamento estratégico da SINFRA / SPO? Se sim, como isso se funciona no dia a dia?
6. Quando as solicitações de projeto chegam via SIPAC existe alguma forma de organização por ordem de prioridade? Se sim, como se daria essa prioridade de acordo com o planejamento interno da DPP ou os processos são selecionados por ordem de chegada? Caso negativo, seria possível esse tipo de organização?
7. Como se dá a organização da equipe de projetistas para o atendimento das demandas?
8. Como são identificados e considerados os *stakeholders* (todos os atores envolvidos no projeto ex.:reitor, coordenador, professor, usuários, projetistas, construtores...)? Existe algum tipo de procedimento/ manual para comunicação das alterações projetuais?
9. No seu ponto de vista existe algum ponto de gargalo no processo de projeto?
 - A) Levantamento
 - B) Estudo preliminar
 - C) Anteprojeto
 - D) Projeto executivo
 - E) Disciplinas complementares (elétrica, hidráulica, estrutura...)
 - F) Orçamento e licitação
10. Quais os principais pontos que poderiam ser alterados no fluxo atual dos processos da DPP?



Powered by
 Bizzagi Modeler

- A) A quantidade de solicitações?
 - B) Aumentar ou remanejar os servidores/ projetistas?
 - C) Maior integração entre os projetistas?
 - D) Maior comunicação com outras diretorias para entender outras problemáticas?
 - E) Alteração no modo de trabalho?
11. O software Revit do seu ponto de vista ajudaria na rapidez e na qualidade do trabalho a ser entregue? Por quê?
 12. Quais são as maiores barreiras para a implementação do BIM?
 13. Na sua opinião, quais as principais mudanças na política e nos processos da empresa para que a implementação do BIM ocorra?
 14. Como poderia ser implementado na DPP o trabalho colaborativo. Como os projetistas poderiam colaborar entre si nos projetos (com ou sem o uso do software Revit)?
 15. Nesse processo acham que pode ser útil uma padronização para formalização dos projetos, para aberturas e fechamentos de projeto, comunicação de alterações projetuais e de atas de reuniões. Quais as barreiras nesse tipo de documentação e quais os benefícios que poderia trazer?
 16. Em relação aos projetos via SIPAC, as informações que são listadas nas solicitações são adequadas? O que poderia ser incluído no preenchimento no sistema para que o pedido chegasse mais coerente aos projetistas, evitando trabalho perdido?
 17. Na sua opinião, poderia ser montado um manual com o fluxograma das etapas de projeto, documentos necessários, origens dos recursos e como fazer para executar o

projeto para que dessa forma o solicitante tivesse noção de como funciona o andamento do processo? Seria interessante inserir nesse manual algumas proibições (as mais comuns) de acordo com o plano diretor e com as principais normativas?

18. Em relação aos projetos parados ou incompletos: na sua opinião o que poderia ser feito para evitar esse tipo de problema?

Muito obrigada pela disponibilidade e atenção! Caso queira deixar alguma dúvida ou comentário fique à vontade!