

ARTHUR SANTOS FRANCISCO

**PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DA MODELAGEM DA
INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NA SUPERINTENDÊNCIA DO
ESPAÇO FÍSICO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

São Paulo
2018

ARTHUR SANTOS FRANCISCO

**PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DA MODELAGEM DA
INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NA SUPERINTENDÊNCIA DO
ESPAÇO FÍSICO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

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

Orientador:
Prof. Silvio Burrattino Melhado

São Paulo
2018

Catálogo na Publicação

Francisco, Arthur Santos

PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NA SUPERINTENDÊNCIA DO ESPAÇO FÍSICO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO / A. S. Francisco -- São Paulo, 2018.

123 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Gestão de Empreendimentos 2.Gestão de Projetos 3.Processo de Projeto 4.BIM 5.Building Information Modeling I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia à Universidade de São Paulo e a seu futuro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço

À minha esposa, pais, familiares e amigos pelo incentivo e compreensão.

Aos funcionários da SEF pela colaboração com a pesquisa e pelas mensagens de motivação.

À Poli-Integra pelo excelente curso e pela infraestrutura oferecida.

Ao orientador Silvio Melhado, pelas conversas que levaram a importantes reflexões, pelas sugestões de leituras transformadoras, e pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

A *Modelagem da Informação da Construção* (BIM) vem crescendo, senão se consolidando, no ambiente da construção civil mundial. Ainda que com certo atraso, o setor brasileiro também começa a tratar do assunto de modo cada vez mais corriqueiro, buscando as vantagens potenciais deste conjunto de recursos e tentando viabilizar sua implantação.

Este trabalho busca traçar um plano para implantar a prática da Modelagem no ambiente da Universidade de São Paulo, mais especificamente no seu escritório de gestão de empreendimentos de construção civil: a Superintendência do Espaço Físico (SEF).

Para chegar ao resultado esperado, realizou-se revisão bibliográfica para compreender os potenciais benefícios da modelagem, como promover a adoção de ferramentas e avaliar resultados, além de obter noções fundamentais para a gestão de processos de mudanças. Também foi realizada pesquisa de campo para levantar um panorama sobre como os funcionários da SEF entendem a atuação do órgão em níveis estratégicos e operacionais, bem como suas compreensões e perspectivas para adoção da BIM.

Ao final do trabalho é proposto um conjunto de ações práticas para promover a implantação da Modelagem na SEF, e meios para analisar e acompanhar o desempenho ao longo do processo.

Palavras chaves: Gestão de Empreendimentos. Gestão de Projetos. Processo de Projeto. BIM. Building Information Modeling.

ABSTRACT

Building Information Modelling (BIM) has been increasing, if not already consolidated, in the global AEC environment. Although delayed, the Brazilian market is increasingly discussing and adopting BIM practices, trying to implement this set of resources in search of the potential advantages it brings.

This paper aims to design a plan for BIM implementation at the University of São Paulo context, more specifically at its AEC project management office: the Physical Space Superintendency (Superintendência do Espaço Físico, SEF).

In order to reach the expected results, literature review has been done to comprehend the potential benefits of modelling, to promote the adoption of tools and assess results, and also to obtain fundamental notions on change management. Field research has also been done to establish an overview about SEF's employees understanding of the organization's strategic and operational level acting, as well as their understanding and perspectives for BIM adoption.

At the end, this paper proposes a set of practical actions in order to promote BIM implementation at SEF, and means to assess and manage performance along the process.

Keywords: Architecture. Engineering. Construction. Project management. Design management. Design process. BIM. Building Information Modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Usos da BIM ao longo do ciclo de vida da edificação.....	23
Figura 2 - Curva de MacLeamy.....	27
Figura 3 – Organograma Atual da SEF	37
Figura 4 - Organograma Atual da SEF - Fluxo Hierárquico	38
Figura 5 - Hierarquia Atual da SEF - Fluxo Matricial Informal	40
Figura 6 - Esquema funcional de um Servidor BIM	43
Figura 7 - Conjunto de Propriedades de uma Parede por Massa Genérica (Revit)	44
Figura 8 - Conjunto de Propriedades de uma Parede Família do Sistema (Revit)	45
Figura 9 - Relação Estágios de Maturidade BIM x Conjuntos de Capacidades.....	52
Figura 10 – Relação Níveis de Maturidade x Capacidades	53
Figura 11 - Modelo Tridimensional de Maturidade BIM (Parcial).....	55
Figura 12 - Modelo Tridimensional de Maturidade BIM	56
Figura 13 - Curvas de Centralização de Tarefas	65
Figura 14 - Exemplo de Processo de Validação Pré-BIM.....	84
Figura 15 - Exemplo de Processo de Validação com Ferramentas BIM	84
Figura 16 - Proposta de Reconfiguração da Estrutura Organizacional da SEF	86
Figura 17 - Relações Matriciais Institucionalizadas Conforme Proposta.....	88
Figura 18 - Relações Hierárquicas Conforme Estrutura Proposta	89
Figura 19 – Usos BIM ao longo do ciclo de vida da edificação.....	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Mudanças na Demanda por Habilidades de Projeto em um Empreendimento Típico	36
Tabela 2 - Relacionamentos entre os modelos de Lewin e Kotter	49
Tabela 3 - Mapeamento Numérico das Respostas dos Entrevistados Sobre o Fluxograma	62
Tabela 4 - Proposta de Concentração de Tarefas no Fluxograma	66
Tabela 5 - Número de Funcionários por Funções Técnicas e Administrativas Ligadas ao Desenvolvimento de Serviços (Abril de 2018)	69
Tabela 6 - Marcos do Processo de Implantação BIM	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	2 Dimensões, bidimensional. Refere-se a desenhos como plantas, cortes e elevações, e informações textuais como anotações, tabelas etc.
3D	3 Dimensões, tridimensional. Refere-se a modelos digitais tridimensionais, paramétricos ou não.
4D	4 Dimensões, quadridimensional. Refere-se a modelos 3D cujos componentes são organizados segundo uma ordem cronológica.
AEC/FM	<i>Architecture, Engineering and Construction / Facilities Management</i> (Arquitetura, Engenharia e Construção / Gestão de Edificações)
BIM	<i>Building Information Modeling</i> (Modelagem da Informação da Construção)
CAD	<i>Computer Aided Design</i> (Projeto Auxiliado por Computador)
CNC	<i>Computer Numerical Control</i> (Controle Numérico Computadorizado), refere-se à automação de maquinário por instruções de computador.
COBie	<i>Construction Operations Building Information Exchange</i> . Refere-se a um formato de leitura de dados de um modelo para gestão de edificações.
COESF	Coordenadoria do Espaço Físico
FUNDUSP	Fundo de Construção da Universidade de São Paulo
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i> , refere-se a um formato de interoperabilidade em BIM.
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i> (Desenvolvimento Integrado de Empreendimento)
LOD	<i>Level of Development</i> (Nível de Desenvolvimento) ou <i>Level of Detail</i> (Nível de Detalhe)
MVD	<i>Model View Definition</i> (Definição de Vistas do Modelo)
NBIMS	<i>National Building Information Modeling Standards</i>
ND	Nível de Desenvolvimento

NIBS	<i>National Institute of Building Sciences</i>
SEF	Superintendência do Espaço Físico
USP	Universidade de São Paulo
VR	<i>Virtual Reality</i> (Realidade Virtual)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	JUSTIFICATIVA.....	15
1.2	OBJETIVOS.....	15
1.2.1	Objetivo principal	15
1.2.2	Objetivos secundários	16
1.3	MÉTODO DE PESQUISA.....	16
1.4	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1	DEFININDO “BIM”	18
2.2	BIM E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	20
2.2.1	Vantagens Potenciais da Modelagem da Informação da Construção (BIM)	20
2.2.2	Usos da BIM.....	22
2.3	PROCESSOS, PESSOAS E FERRAMENTAS NO AMBIENTE BIM	33
2.3.1	Processos.....	33
2.3.2	Pessoas	35
2.3.3	Ferramentas	41
2.4	MUDANÇAS E MODERNIZAÇÃO	46
2.4.1	Gestão de Mudanças	46
2.4.2	Sobre Implantação BIM	50
3	A SEF E A DETERMINAÇÃO DE USOS DA BIM EM EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS NA USP	58
3.1	REAVALIAÇÃO DOS OBJETIVOS.....	58
3.2	REAVALIAÇÃO DO MODELO DE FUNCIONAMENTO	67
3.2.1	Modelo Burocrático e Modelo Gerencial	67
4	PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO.....	73
4.1	OBJETIVOS E USOS BIM NA SEF E EM EMPREENDIMENTOS DA USP	73

4.1.1	<i>Período Inicial: do Estágio 0 (Pré-BIM) ao Estágio 1 (Modelagem em Nível de Objeto)</i>	74
4.1.2	<i>Período Intermediário: do Estágio 1 (Modelagem em Nível de Objeto) ao Estágio 2 (Colaboração Baseada no Modelo)</i>	76
4.1.3	<i>Período Avançado: do Estágio 2 (Colaboração Baseada no Modelo) ao Estágio 3 (Integração em Rede)</i>	78
4.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO	80
4.2.1	Etapa 1: Estabelecendo o Compromisso	80
4.2.2	Etapa 2: Em Busca de Resultados	81
4.2.3	Etapa 3: Consolidando Práticas.....	83
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	APÊNDICES	97

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

A Universidade de São Paulo é uma das maiores universidades do mundo. Listas de classificação internacionais, que avaliam a produção universitária ao redor do mundo, colocam a USP entre as primeiras centenas, e também destacam que se trata de uma das principais universidades latino-americanas¹. Tal porte de capacidades também se reflete no tamanho físico da instituição: são mais de 76.437.742m² de extensão territorial e 1.983.050m² de área edificada em todos os seus *campi* (USP, 2017).

Entretanto, todo esse patrimônio físico ainda é produzido e gerenciado por métodos pouco ou nada informatizados, considerados os padrões atuais. A *Modelagem da Informação da Construção* (BIM), como prática que agrega ferramentas e processos com alto grau de informatização para a produção de edifícios se apresenta como o paradigma contemporâneo a ser adotado por planejadores, projetistas, construtores e gestores de edifícios em busca de maior eficiência e controle de qualidade. A Superintendência do Espaço Físico (SEF) é o órgão da Universidade responsável pela produção de empreendimentos imobiliários, e precisa estar à frente desse desafio de modernização.

Este trabalho procura analisar esse contexto de relações entre a SEF e as demais Unidades da USP, levantando informações relevantes para que se possa planejar e viabilizar a implantação da BIM, trazendo propostas para ajustes desde níveis estratégicos aos operacionais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo principal

Planejar a implantação, em etapas, da Modelagem da Informação da Construção (BIM) na Superintendência do Espaço Físico da Universidade de São Paulo, para que

¹ A USP foi classificada na posição 151-200 no *Academic Ranking of World Universities 2017* (ARWU, 2016) e na posição 250-300 no *Times Higher Education World University Ranking 2017-2018* (THE, 2018). Em ambas as listas, foi a mais bem posicionada entre as universidades latino-americanas.

se torne o padrão de desenvolvimento de empreendimentos do órgão, em consonância ao desenvolvimento do setor da construção civil e suas tecnologias.

1.2.2 Objetivos secundários

- a. Esclarecer as vantagens potenciais da utilização da Modelagem da Informação da Construção (BIM) pelos diferentes agentes da construção civil, se possível por meio de indicadores de superioridade de desempenho (comparações);
- b. Revisar o modelo de atuação e de responsabilidades da SEF e das demais Unidades da USP em relação aos empreendimentos;
- c. Direcionar a vinculação entre a BIM e outros sistemas de informação utilizados pelo órgão (como o sistema Acrópole).

1.3 MÉTODO DE PESQUISA

O método principal para a obtenção de informações foi a *revisão bibliográfica*. Esta revisão teve como objetivos: 1) compreender a totalidade da BIM, suas vantagens, usos e limitações, e as dificuldades relacionadas à sua implantação; 2) compreender as dificuldades relacionadas à gestão de mudanças; 3) compreender as funções atribuídas historicamente à SEF e as possibilidades para revisão dessas atribuições.

Além disso, foi realizada *pesquisa de campo* com entrevistas junto aos funcionários da SEF, de modo a criar um panorama de como estes percebem: 1) a atuação e as responsabilidades da SEF e das Unidades da USP na produção de empreendimentos na Universidade; 2) as possibilidades de usos da BIM e as facilidades e dificuldades contextuais no caso de implantação.

Ao final, com base nas informações levantadas, é proposto um conjunto de ações práticas para a implantação, com referenciais sintéticos (listas e tabelas) para o acompanhamento do processo.

1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O *segundo capítulo* apresenta a revisão bibliográfica realizada, iniciando pela definição do que é Modelagem da Informação da Construção, quais as vantagens potenciais e quais usos nos diferentes setores da Universidade podem ser feitos desta prática. Segue-se a isso um apanhado geral sobre gestão de mudanças, verificando algumas estratégias adotadas por especialistas e, posteriormente, algumas observações a respeito de processos de implantação da BIM.

O *terceiro capítulo* aborda o modelo de atuação da SEF, desde o estabelecimento do Fundo de Construção da Universidade de São Paulo (FUNDUSP) até sua conversão em Superintendência do Espaço Físico. Segue-se a isso uma análise a respeito do modelo de atuação vigente, seguida da apresentação de algumas possibilidades de mudança.

O *quarto capítulo* apresenta a proposta para implantação da BIM em duas frentes. Primeiramente, abordam-se as competências que devem ser desenvolvidas em escala organizacional para a utilização da BIM, expressas em uma matriz de capacidades. Depois, são feitas considerações das estratégias de comunicação, organização de pessoas e marcos gerenciais para o processo de implantação.

O *quinto capítulo* apresenta as considerações finais a respeito do trabalho desenvolvido, e o *sexto* a lista de referências bibliográficas utilizadas. O *sétimo capítulo* traz o conjunto de documentos adicionais para consulta.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DEFININDO “BIM”

A sigla BIM, em inglês, pode significar duas coisas: 1) *Building Information Modelling* (Modelagem da Informação da Construção, um *processo*) ou 2) *Building Information Model* (Modelo da Informação da Construção, um *produto*). O conceito, que é a forma contemporânea mais evoluída de antecessores como *Construção da Informação por Computador* (CIC) ou *Construção Virtual* (VC), ainda carece, entretanto, de uma uniformização da definição que é utilizada pelos diversos agentes da construção civil e seus usuários, como percebem Barlish e Sullivan (2012). Esses autores identificam a presença marcante de vieses parciais quando as definições partem de grupos específicos, como arquitetos, engenheiros ou construtores. A definição que preferem é a da associação americana *National BIM Standard* (NBIMS), que julgam a mais abrangente:

“Um Modelo da Informação da Construção (BIM) é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação. Como tal, ele serve como um recurso de conhecimento compartilhado para informações a respeito de uma edificação, que forma uma base confiável para decisões durante seu ciclo de vida, da concepção em diante. O BIM é uma representação digital embasada em padrões abertos para interoperabilidade” (NBIMS-US, 2010)²

Entretanto, observa-se que esta definição deixa de lado um aspecto importante que é entender BIM como um processo (*a* BIM). Uma outra definição, da *Associated General Contractors Of America* (2005), tenta dar conta destas duas características:

*“A **Modelagem da Informação da Construção** é o desenvolvimento e o uso de um modelo em software de computador para simular a construção e operação de uma edificação. O modelo resultante, **Modelo da Informação da Construção**, é uma representação digital da construção enriquecida com dados, orientada por objetos, inteligente e paramétrica, do qual podem ser extraídos representações visuais e dados adequados a diversas*

² Tradução do autor.

necessidades de usuários para análise, a fim de gerar informações que podem ser utilizadas para tomada de decisões e melhorar o processo de entrega da edificação” (ASSOCIATED GENERAL CONTRACTORS OF AMERICA, 2005)³

Ainda pode-se adicionar um detalhe importante a estas definições que é a forma de acesso às informações. Eastman et al. (2011) entendem que a visão da normatização americana *National Building Information Modeling Standards* (NBIMS) é também uma definição da BIM, que destaca a importância da padronização na forma de produzir informações para a extração de dados por diferentes agentes. Segundo esta visão/definição da NBIMS (NIBS, 2007, p. 26), BIM é:

“um processo melhorado para planejamento, projeto, construção, operação e manutenção que utiliza um modelo de informações padronizado e legível por computador para cada edificação, novas ou antigas, que contém toda informação relevante criada ou coletada sobre a edificação em um formato utilizável por todos ao longo de sua vida útil”⁴

Essas definições lançam uma luz também sobre *o que não é BIM*, e isso importa na hora de se estabelecer metas para um plano de implantação:

- a. *BIM não é um programa de computador.* Neste momento da difusão da BIM ainda é muito comum profissionais se referirem a softwares específicos e para finalidades mais restritas do que a noção de produção incremental de informações que se inicia na concepção do empreendimento e, de certa forma, não termina até o fim do ciclo de vida deste.
- b. *BIM não é uma ferramenta para automação completa do trabalho.* Embora algumas tarefas sejam automatizadas a partir de alguns *softwares* (como a representação de desenhos técnicos extraídos do modelo, levantamento de quantidades, detecção de interferências ou a transferência de instruções para uma máquina de produção CNC), há na verdade um redirecionamento do esforço de produção da informação. Os profissionais de planejamento, projeto, construção e operação empenham um grande esforço, muito mais qualificado, para alimentar e manipular as informações

³ Tradução do autor, grifos no original.

⁴ Tradução do autor.

de um modelo. A questão é avaliar os benefícios práticos que derivam desta modelagem, perseguindo os usos identificados como mais relevantes para o empreendimento.

- c. *BIM não é uma ferramenta de projeto, apenas.* Como visto, empreendedores, clientes, construtores e usuários também fazem parte do ciclo de produção e manipulação das informações de um modelo. Embora haja um papel central dos projetistas na produção de informação, sobretudo a geométrica (que dá a forma tridimensional do modelo), todos os outros agentes – e seus objetivos – devem ser integrados ao processo.

Com estas noções em mente, serão apresentadas a seguir as potenciais vantagens do uso das ferramentas e processos da BIM em empreendimentos da construção civil.

2.2 BIM E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.2.1 Vantagens Potenciais da Modelagem da Informação da Construção (BIM)

De modo a conseguir o apoio necessário para uma mudança organizacional significativa, é fundamental que as pessoas envolvidas compreendam as vantagens potenciais do que se propõe. No caso da BIM, isso pode ser um pouco complicado.

É razoável iniciar essa reflexão de um ponto de vista mais qualitativo e subjetivo, para posteriormente seguir-se a uma comprovação medida. O relatório *The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets*, da empresa McGraw Hill Construction (2014), aponta, em uma pesquisa qualitativa, as potenciais vantagens do uso da BIM em empreendimentos mais percebidas pelas 727 empresas empreiteiras consultadas – inclusive brasileiras. Apesar do enfoque neste grupo em particular, o relatório é bastante válido, pois mostra que muita importância é atribuída ao uso da BIM nas fases de projeto. Das vantagens mais citadas pelas empresas estão, em ordem: 1) Redução de erros e omissões (que levará a um maior grau de informações qualificadas e disponíveis, levando a uma otimização da produção); 2) Colaboração com proprietários e projetistas (aqui colocando o processo de modelagem como importante meio de comunicação entre os agentes); 3) Melhoria na imagem da organização (essa é a opção mais votada entre as empresas brasileiras, talvez pelo relativo atraso do setor brasileiro em relação às demais regiões); 4) Redução de retrabalho (isso reflete, numericamente, em menos custos por desperdícios e

menos atrasos); 5) Redução dos custos da construção (como consequência da melhor qualidade da informação disponível no modelo)⁵.

O relatório também destaca as diferenças de percepção entre as vantagens da BIM entre as empresas em diferentes regiões do mundo e com maiores e menores graus de maturidade BIM. Por exemplo, empresas em mercados como França e Alemanha, onde a construção civil já era mais bem desenvolvida mesmo antes da BIM, uma vantagem como “redução de erros e omissões” é menos valorizada do que “aumento de lucro”. Empresas com maior grau de maturidade tendem a valorizar vantagens na produtividade, redução de retrabalho e colaboração entre agentes, enquanto que empresas menos maduras apreciam as vantagens da visualização tridimensional.

Uma das formas de se medir mais objetivamente as vantagens potenciais é a análise de retorno sobre o investimento (*return on investment, ROI*) em BIM. O relatório alerta que não há uma métrica uniforme entre as empresas para esta medição, mas sem ela não há como objetivar se há razões efetivas para a implantação da modelagem da informação. Resumidamente, o que se percebeu sobre esta análise de retorno é que: 1) o retorno sobre o investimento aumenta conforme aumenta a maturidade BIM da empresa; 2) Construtoras têm um retorno mais rápido do que empresas de projeto, dado o volume de recursos envolvidos na fase da construção.

Alguns pesquisadores, como Barlish e Sullivan (2012), observam que apesar dos potenciais benefícios da BIM serem defendidos qualitativamente por muitos autores, grande parte das organizações e empresas do ramo da construção civil não utilizam uma metodologia adequada para medir esses ganhos, não havendo, portanto, uma base significativa de informações quantitativas de ganhos de desempenho e economia de recursos com a BIM. E isso tem sido uma barreira à implementação em larga escala.

Em seu trabalho, Barlish e Sullivan fazem uma análise de estudos de caso entre projetos BIM e não-BIM de uma organização, de modo a medir da forma menos subjetiva o possível os potenciais benefícios. Em sua revisão de estudos anteriores, os autores observaram uma dificuldade de inter-relacionar dados dos casos particulares em uma base comum de comparação para endossar universalmente os benefícios alcançados. Como mencionam, “todas os estudos de caso das fontes sugeriam diferentes métodos de medida, focados em novas construções e tinham diferentes definições de BIM” (BARLISH e SULLIVAN, 2012). Os autores destacam a necessidade

⁵ Para a lista completa, ver a página 19 do referido relatório.

de se avaliar o retorno sobre o investimento e o valor agregado, para todos os agentes envolvidos, de modo a se pensar em adoção da BIM.

Ainda segundo os mesmos autores, os benefícios mais objetivos para a quantificação são *cronograma* (atrasos em relação ao prazo original), *solicitações de modificações* (os custos envolvidos nas mudanças), *solicitações de informações* (*requests for information, RFIs*) e *custos do empreendimento* (considerando custos de projeto e de construção). Estes foram os indicadores utilizados para os estudos de caso que realizaram. Para o caso que consideraram mais significativo, puderam observar uma redução de 70% nos custos de modificações e redução de 50% nos atrasos do cronograma. Quanto à avaliação do investimento, perceberam um acréscimo de cerca de 30% nos custos de projeto, mas uma economia por volta de 6% na obra. No caso, isto refletiu em 1% de economia total. Isso tudo em um ambiente classificado como de baixa maturidade BIM⁶, o que leva a crer que em ambientes mais qualificados podem se beneficiar ainda mais.

De modo geral, a percepção de economia no custo do empreendimento e a redução no tempo de construção – que leva à antecipação da exploração utilitária do empreendimento – são resultados sempre buscados em qualquer indústria, e sobretudo desejados na atrasada construção civil.

De qualquer forma, os autores ressaltam que a medição dos potenciais benefícios deve ser realizada com base em uma métrica consistente dentro do ambiente analisado, uma vez que o contexto de avaliação é indissociável e com variáveis únicas. Portanto, deve-se partir de dados reais existentes sistematizados, de modo que possam ser comparados com os novos dados obtidos pela BIM.

2.2.2 Usos da BIM

Esta seção servirá para uma breve análise das possíveis utilizações da Modelagem da Informação da Construção, com base em dois trabalhos: 1) *BIM Handbook* (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011) e 2) *BIM Project Execution Planning Guide* (COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2011). O primeiro faz um panorama abrangente sobre a BIM, com definições, avaliação de *softwares*, análises de usos pelos diversos agentes da construção civil e inclui estudos de caso. É um livro extenso e abrangente. Já a segunda referência sistematiza informações

⁶ Ver item 1.4 da obra citada.

para uma finalidade mais prática, que é a elaboração do plano de execução de empreendimentos por meio da BIM. Outras referências secundárias são citadas ao longo do texto.

O objetivo desta breve revisão é aproximar estas referências do caso específico a que se propõe este trabalho, e tentar enxergar quais as funções a serem desempenhadas pelos diferentes profissionais no processo. Portanto, as seções a seguir focam nos grupos de profissionais e algumas das características particulares de seu trabalho. Características mais abrangentes, que caracterizam a BIM como um conjunto, estão discutidas na seção 2.3 *PROCESSOS, PESSOAS E FERRAMENTAS*.

As funções referidas correspondem aos objetivos BIM sistematizados no guia da Penn State University, que propõe o quadro adaptado na Figura 1.

Figura 1 – Usos da BIM ao longo do ciclo de vida da edificação

OPERAÇÃO	CONSTRUÇÃO	PROJETO	PLANEJAMENTO
Manutenção Programada			
Análise de Sist. da Edificação			
Gestão de Ativos			
Ger./Rastream. de Espaços			
Auxílio em Desastres			
Atualização do Modelo / Cadastro			
	Plan. do Canteiro de Obras		
	Projeto de Sist. Construtivos		
	Fabricação Digital		
	Planejamento e Controle 3D		
	Coordenação 3D		
		Projeto	
		Análise Energética	
		Análise Estrutural	
		Análise de Iluminação	
		Análise de Sist. Mecânicos	
		Outras Análises Complementares	
		Avaliação LEED	
		Validação de Regras	
		Validação do Projeto	
			Programa de Necessidades
			Análises de Terrenos
			Planejamento de Fases
			Estimativa e Planejamento de Custos
			Modelagem de Condições Existentes

Fonte: Adaptado de Project Execution Planning Guide v 2.1, p. 12, tradução do autor.

É importante observar a inversão cronológica da figura. A justificativa dada pelos autores para tal é levar os gerentes do empreendimento a perceber quais usos irão

impactar a modelagem de informações nas fases iniciais, de modo a viabilizar o uso do Modelo nas fases adiante.

Segundo Eastman *et al.* (2011), um Modelo tem seu *conteúdo* (os objetos modelados) e suas *capacidades* (o que se pode obter de informações com ele).⁷ As capacidades são determinadas pelo tipo e qualidade de informação que se insere nos componentes do modelo (entrada, *input*), que irão interagir com informações de outros componentes por meio de instruções de *softwares* e gerar uma nova camada de informações (saída, *output*). Portanto, determinar os usos da BIM do empreendimento é determinar quais informações de entrada são inseridas para a obtenção de informações de saída.

2.2.2.1 Unidades da USP e seus Gerentes de Edificações

A USP possui, segundo seu anuário estatístico (USP, 2017), 1.983.050m² de área edificada em todos os seus *campi*. Só na Cidade Universitária são 894.709m² (45% do total). Grande parte dos empreendimentos de edificações da USP são solicitações de pesquisadores para viabilizar ou ampliar o desenvolvimento das atividades fim da Universidade. Outra porção significativa é de solicitações de profissionais técnico-administrativos de diversas áreas para elaboração ou adequação de edificações e infraestruturas para as atividades de apoio. Embora estes profissionais sejam os mais afetados pela qualidade dos empreendimentos, raramente eles detêm conhecimento técnico para lidar com os processos de planejamento, programação e execução destes. Trata-se de “proprietários” com alto interesse no resultado, mas pouca possibilidade de envolvimento no processo.

A maioria das edificações não conta com profissionais qualificados especificamente para a função de gestão de edificações (*facilities management*), o que torna processos de acompanhamento, manutenção e reformas dos edifícios mais difíceis, uma vez que cabe aos funcionários de áreas administrativas das Unidades acionarem órgãos como SEF e Prefeituras dos *campi* para atuarem, normalmente quando há problemas detectados em estágio avançado.

Além das potenciais vantagens da BIM já mencionadas anteriormente, a *Gestão de Edificações via BIM*, como prática institucionalizada, seria uma das formas de extrair ainda mais benefícios para a Universidade, em direção à modernização de seus empreendimentos. Contudo, isso envolve questões de ordem administrativa além do

⁷ É importante entender que Modelos construídos com métodos de modelagem ou programas diferentes podem ter as mesmas capacidades.

âmbito AEC/FM, sobretudo em gestão de pessoas (contratações e carreiras, por exemplo), mas que podem ser solucionadas.

Gestores de Edificações das Unidades podem desempenhar, naturalmente, o papel de especialistas quanto ao funcionamento da arquitetura e dos sistemas prediais da Unidade que representam, levando este conhecimento às fases de estudos de viabilidade, programação de necessidades e validação de empreendimentos. Aproximando formação técnica e experiência cotidiana, estes profissionais podem agregar muito valor ao processo de modelagem, definindo informações que serão úteis durante a fase de operação⁸. Juntamente com a SEF e a equipe de projeto, podem ajudar a definir as melhores relações de investimento por benefício e ter melhor discernimento a respeito de solicitações para mudanças de projeto e obra por parte da Unidade.

Idealmente, Gestores de Edificações com formação em arquitetura ou engenharia podem ter uma visão mais focada sobre este trabalho. Poderiam, nesse cenário, assumir a responsabilidade pela contratação de serviços relacionados à operação e manutenção das edificações, descentralizando esse tipo de atividade. Com esta formação específica também se abre a possibilidade de uma atuação sobre a modelagem das edificações não apenas para a recuperação e alimentação de dados (via COBie⁹, por exemplo), mas também para a manipulação e atualização das propriedades geométricas dos modelos, avaliações de usos, monitoramento e simulações.

A função de atualização cadastral tem impacto interessante em um estágio avançado da implantação da BIM. Com vários modelos de diferentes Unidades produzidos, seria possível conectá-los em uma base de dados georreferenciada na qual, utilizando interfaces de programas como Google Earth, se poderia acessar informações básicas das edificações extraídas dos modelos. Isso é possível pelo uso de *softwares de Facilities Management*, como ArchiFM¹⁰ ou ONUMA System¹¹, por exemplo. Vale observar que a SEF já experimentou essa ligação entre georreferenciamento e dados cadastrais de edificações (plantas com informações de usos dos espaços) no

⁸ Ver seção 4.4 do livro *BIM Handbook* (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011).

⁹ *Construction Operations Building Information Exchange*, um formato em planilha de parte das informações de uma edificação (sobretudo espaços e equipamentos), normalmente manipulada por gestores de edificações na fase de operação. Ver mais detalhes em <http://www.wbdg.org/resources/construction-operations-building-information-exchange-cobie>, acesso verificado em abril de 2018 (WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE, 2016).

¹⁰ <http://www.archifm.net/>, acesso verificado em abril de 2018 (VINTOCON, 2018).

¹¹ <http://www.onuma-bim.com/>, acesso verificado em fevereiro de 2018 (ONUMA, 2018).

Sistema Atlas, iniciado em 2008 e interrompido em 2014. Uma das dificuldades enfrentadas no sistema era a atualização das bases cadastrais. Nos últimos anos do sistema, com a falta de pessoal para manutenção, o sistema apresentava defasagem de funções e informações. Caso seja implementada a atualização constante dos modelos das Unidades por seus gestores de edificações, esse tipo de informação georreferenciada seria viável. Extrapola-se, então, a modelagem das informações das edificações para a modelagem das informações dos *campi* (esta, logicamente, centralizada na SEF).

A necessidade de formalizar a função do gerente de edificações na Universidade volta a ser discutida na seção 3.2, que trata da revisão de papéis no processo de produção dos empreendimentos na Universidade.

Do guia da Penn State, destacam-se as seguintes atividades para os Gestores de Edificações, como interface entre Unidade e SEF, nas fases de planejamento e projeto de empreendimentos:

- a. Programação de Necessidades;
- b. Estimativa e Planejamento de Custos;
- c. Planejamento de Fases;
- d. Análise de Terrenos;
- e. Validação do Projeto;

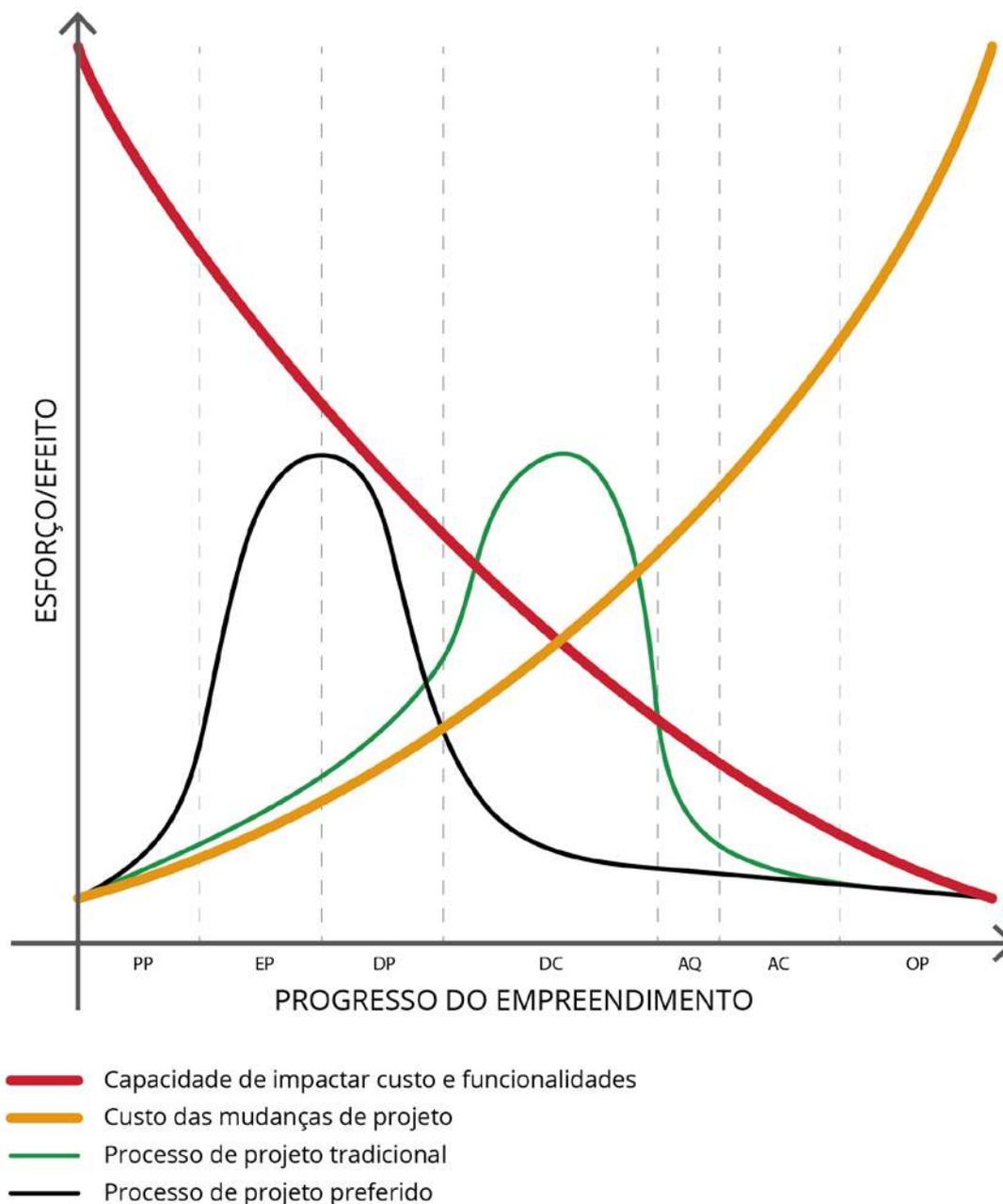
E, de modo mais direto, na fase de operação:

- f. Atualização do modelo e cadastro
- g. Manutenção programada
- h. Análise e monitoramento de sistemas da edificação
- i. Gestão de ativos
- j. Gestão e rastreamento de espaços
- k. Auxílio em desastres

2.2.2.2 Projetistas (SEF e Contratadas)

A BIM muda radicalmente a forma de projetar edificações. Com o desenvolvimento de *softwares* para modelagem paramétrica e a automação de algumas tarefas, o trabalho das equipes de projeto caminha para uma concentração de esforços cada vez maior no desenvolvimento conceitual dos empreendimentos do que nas partes de detalhamento executivo. Nessas fases mais iniciais, a capacidade de influenciar custos e desempenho do empreendimento são mais efetivas, como teoriza MacLeamy (CONSTRUCTION USERS ROUNDTABLE, 2004) em suas curvas de Esforço/Efeito, conforme pode ser visto na Figura 2:

Figura 2 - Curva de MacLeamy



PP: Pré-Projeto; **EP:** Estudos Preliminares; **DP:** Desenvolvimento do Projeto; **DC:** Documentação da Construção; **AQ:** Aquisições; **AC:** Administração da Construção; **OP:** Operação

Fonte: Adaptado de MacLeamy (CONSTRUCTION USERS ROUNDTABLE, 2004)

MacLeamy observa que, ao trazer a concentração de esforços de projeto para as fases iniciais do empreendimento, a tomada de decisões e a produção de informações são realizadas em um estágio no qual são mais eficientes para a melhoria do desempenho do produto. A curva de *processo de projeto preferido* (preta) não toca a

curva da *capacidade de impactar custo e funcionalidades*. Isso significa que a produção de informações está sempre adiantada em relação às necessidades do empreendimento, e não resolvendo problemas que surgem no seu decorrer por falta de informações.

A integração das equipes de projeto, utilizando ferramentas de avaliação, coordenação e comunicação via BIM, agilizando e trazendo maior simultaneidade ao desenvolvimento dos modelos, deve ser procurada. Os profissionais de arquitetura e engenharia deverão possuir ou desenvolver habilidades que agregam muito mais qualidade aos empreendimentos, alimentando os projetos com informações mais qualificadas, no nível dos objetos, para a construção e para a operação.

Duas grandes inovações para estes profissionais são, sem dúvida, a introdução de *softwares* de modelagem paramétrica e o armazenamento de informações diretamente nos objetos representados. Como a grande maioria dos membros das equipes de trabalho ainda estão acostumados com as práticas de projeto tradicionais (desenhos bidimensionais com anotações sobrepostas), haverá um esforço não só para treiná-los nas novas práticas, mas, sobretudo, “abandonar” essa lógica (que, na verdade, ficará cada vez mais em segundo plano).

Arquitetos, sobretudo, costumam ser críticos quanto à utilização de novas ferramentas que modificam essa maneira tradicional de projetar. Uma observação relevante feita pelos autores de *BIM Handbook* é que, por se tratar de *softwares* altamente especializados, pode haver limitações de possibilidades de modelagem, não havendo um único *software* capaz de satisfazer todas as intenções de projeto. Isso poderá ser (certamente será) levantado por membros da equipe, sejam eles mais ou menos favoráveis à implantação da BIM. Essas limitações não significam, entretanto, que os programas de modelagem paramétrica não sejam capazes de interagir com outras plataformas que complementem suas lacunas, ou que não sejam admissíveis “soluções paliativas” dentro do próprio programa. Além disso, os principais programas são atualizados ao menos anualmente, ganhando novas funções e permitindo ainda mais vantagens. Ganhos como redução de retrabalho, redução de erros por desenhos desatualizados, ferramentas para quantificação e orçamentação, e melhores recursos para avaliação, análises, simulações e coordenação podem ser argumentos favoráveis para a melhora de produtividade.

Um aspecto delicado nesta forma de trabalho, importante a ser abordada com os projetistas, é a interoperabilidade. Diferentemente da era do CAD 2D, na qual os desenhos e arquivos poderiam ser facilmente convertidos em formatos padrão para

troca de trabalhos¹², uma vez que eram mais “pobres” em informações, a era BIM demanda cuidados adicionais para que a troca de informações seja viável entre os diversos programas utilizados, que baseiam a interoperabilidade por meio de formatos abertos como o IFC¹³. Mas, apesar de serem os primeiros grandes desenvolvedores dos modelos, não são apenas os projetistas que devem ter maiores cuidados com modelagem para interoperabilidade. A dificuldade, aqui, está em organizar e padronizar a forma como as informações são inseridas para posterior utilização por diferentes ferramentas e plataformas.

São relacionáveis as seguintes funções para os projetistas no guia da Penn State:

- a. Modelagem de condições existentes
- a. Projeto
- b. Análises (energética, estrutural, conforto etc.)
- c. Avaliação LEED e certificações
- d. Validação de regras
- e. Validação do projeto
- f. Projeto de sistemas construtivos
- g. Fabricação digital

2.2.2.3 Fiscalização de Obras da SEF

A fiscalização da SEF, ao entrar no processo de modelagem, terá a importante missão de garantir a qualidade das informações do modelo que transita da fase de projeto para a fase de operação.

Ainda que seja incerto se as construtoras tomarão proveito de todas as potenciais vantagens dos modelos em seus trabalhos, a fiscalização, por sua vez, como parte integrante da equipe da Universidade, deve garantir a entrega ou a produção de um modelo que atenda às necessidades estabelecidas para a fase de operação. Isto é, caberá a ela verificar as condições de construção (modelagem de *as built*), organizar e estabelecer *links* para documentação de manutenção de equipamentos instalados (modelos, manuais e periodicidade de manutenção, por exemplo) etc. Para exigir o uso de um modelo na fase de obras, ainda é necessário resolver as questões legais dos processos licitatórios¹⁴.

Ainda, em casos mais complexos, a fiscalização poderá intervir no planejamento da obra e/ou de seu canteiro. Pode ser interessante a utilização de temporização das

¹² Sendo DWG (*Drawing File*, da Autodesk) e DXF (*Drawing Exchange Format*) os formatos mais comuns.

¹³ *Industry Foundation Classes*, desenvolvido pela Building Smart (BUILDINGSMART, 2018).

¹⁴ Que também afastam, por ora, as possibilidades de desenvolvimento integrado (IPD)

atividades (modelos 4D) ou ainda modelos de processos e sistemas construtivos com a finalidade de avaliação das condições de obra.

Uma das tarefas mais importantes da fiscalização, a medição dos contratos, poderá ser facilitada pelo uso de modelos nos quais os fiscais (ou seus técnicos auxiliares) poderão marcar o progresso da obra por elemento construído (por sinalizadores do tipo *sim/não* ou porcentagens), e transmitir essa informação para planilhas e relatórios de medição.

Outra tarefa comum à fiscalização é a gestão dos aditivos de contrato. Aditivos são problemáticos tanto do ponto de vista financeiro (pelo impacto no orçamento) como administrativo (pelos processos e questionamentos decorrentes). Há dois principais motivadores para aditivos: 1) erros ou omissões de projeto, ou 2) solicitações para alterações, normalmente provenientes dos usuários solicitantes. A BIM pode influenciar diretamente sobre o primeiro motivador à medida em que os modelos sejam mais ricos em informações do que os projetos tradicionais em CAD 2D, e com a participação mais próxima entre fiscais e projetistas. Já o segundo motivador pode ser combatido com um maior envolvimento do gerente de edificações, citado anteriormente, nos processos de planejamento e projeto, quando este poderá, pelo modelo, desenvolver maior consciência sobre o produto.

São destacadas as seguintes funções para a fiscalização de obras no guia da Penn State:

- a. Planejamento de Fases (acompanhamento e atualização)
- b. Estimativa e planejamento de custos (acompanhamento e atualização)
- c. Modelagem de condições existentes (acompanhamento e atualização)
- d. Coordenação 3D
- e. Planejamento do canteiro de obras
- f. Projeto de sistemas construtivos
- g. Fabricação digital
- h. Planejamento e controle 3D da obra
- i. Atualização do modelo/cadastro

2.2.2.4 Coordenadores de Empreendimentos e Coordenadores de Projetos

Coordenadores têm a função central de definir objetivos (juntamente com as diversas partes interessadas), planejar a execução das tarefas (com relação a ordenação, prazos e recursos) e controlar o fluxo e a qualidade das informações e produtos relativos ao empreendimento e à sua entrega (PMI, 2013).

Na SEF, hoje, a tarefa de coordenar é normalmente dividida entre dois profissionais, de acordo com a fase do empreendimento: o primeiro atua desde o planejamento inicial até o início das obras (normalmente um arquiteto ou engenheiro ligado às áreas de projeto), e o segundo assume a partir do início das obras até a entrega do empreendimento (normalmente um engenheiro da área de fiscalização). É comum esta atividade se sobrepor a outras tarefas como a coordenação e produção dos projetos, na primeira fase, ou à revisão da documentação de obra, na segunda. A comunicação entre esses profissionais é pouco integrada, iniciando-se normalmente na fase de licitação da obra, mas com um afastamento marcante do “primeiro coordenador” na segunda fase¹⁵. Os processos da modelagem da informação da construção, entretanto, requerem uma aproximação maior entre profissionais de projeto e obra para a definição de dados necessários. Portanto, é fundamental uma cooperação maior entre estes profissionais ao longo de todo o empreendimento, sobretudo num ambiente de colaboração e interoperabilidade entre plataformas de trabalho.

A gestão de empreendimentos e projetos por BIM fica mais complexo à medida que o desenvolvimento dos produtos deixa de ser controlado por arquivos e passa a ser controlada no nível dos objetos. A utilização de planilhas de definição de Nível de Desenvolvimento (*Level of Development*, LOD) por fase de projeto e marcadores de LOD nos objetos do modelo pode auxiliar nesta tarefa. É necessário considerar as discussões do Fórum BIM sobre a especificação de LOD (BIM FORUM, 2017), uma vez que é mais preciso e abrangente que a definição de Nível de Detalhe (*Level of Detail*, de sigla também LOD) fornecida pelo guia da PennState.

Com o intuito de melhorar essa gestão no nível do objeto, é recomendada a utilização de Repositórios BIM (*BIM Repositories*). Esses ambientes têm capacidade de lidar com as informações dos objetos geradas em diversos aplicativos e também em formatos de interoperabilidade, como o IFC. Assim, pode-se evitar a perda de informações ou o excesso de processos de exportações de modelos, que acabam retirando algumas das funcionalidades dos formatos nativos das plataformas. A escolha de um repositório precisa ser pautada no suporte que dá aos demais *softwares* utilizados no processo.

Há *softwares* específicos para tarefas típicas da coordenação¹⁶. Estes programas trazem ferramentas para junção de diferentes modelos em um modelo federado

¹⁵ Essa deficiência de comunicação já é percebida por vários funcionários, em diversos setores e posições, mas ainda não há uma definição de como solucioná-la na prática.

¹⁶ Como Solibri (NEMETSCHKE, 2018) ou EDMmodelServerManager (JOTNE IT, 2018).

(agrupamento de diferentes modelos de uma mesma edificação desenvolvidos por diversos agentes), verificação de interferências entre objetos (*clash detection*), levantamento de quantidades e custos, e validação de regras (*rule-checking*), além de ferramentas para comunicação e relatórios.

Verificação de interferências e *validação de regras* são duas atividades informatizadas especialmente úteis à medida que os projetos aumentam em escala e complexidade. Conforme parâmetros estabelecidos por seus operadores, os *softwares* varrem os modelos em busca de inconformidades. É de se esperar que coordenadores sejam capazes de operar estes programas, direta ou indiretamente (neste caso, sabendo como orientar o trabalho de um técnico para configuração e extração das informações). Esta automação é um aspecto bastante diferente na BIM, já que “anteriormente” (em plataformas 2D) estas tarefas eram realizadas pela sobreposição de desenhos das diferentes disciplinas e observação minuciosa dos desenhos.

A tarefa de estimar e controlar os custos de um empreendimento também é radicalmente alterada pela BIM. A automação da extração de quantidades de materiais e sua vinculação a bases de dados de custos unitários facilita a criação de planilhas de custos necessárias para a licitação de obras, e seu posterior controle e medição. Além do coordenador, projetistas, fiscais e orçamentistas precisam trabalhar sobre o modelo para que o grau adequado de informações seja providenciado, a fim de viabilizar melhores decisões. As plataformas de projeto possuem ferramentas básicas para extração de dados quantitativos, mas há *softwares* específicos para quantificação e orçamentação. Alguns *softwares* de coordenação também apresentam essas funções.

Um destaque especial deve ser dado às plataformas de avaliação de viabilidade e de custos de empreendimento¹⁷. Aplicadas desde as fases iniciais até a entrega da edificação, esses programas utilizam bancos de dados e uma modelagem simplificada para parametrizar custos, fazer estimativas para diferentes opções de projeto e acompanhar o custo real da construção. O trabalho chave das equipes de orçamentação será a alimentação dos bancos de dados com informações locais para o adequado funcionamento destas plataformas.

Destacam-se, do guia da Penn State, as seguintes tarefas intrínsecas aos coordenadores:

- a. Estimativa e Planejamento de Custos
- b. Planejamento de Fases

¹⁷ O conjunto de aplicativos DESTINI é um bom exemplo (BECK TECHNOLOGY, 2018).

- c. Análise de Terrenos
- d. Programação de Necessidades
- e. Validação do Projeto
- f. Coordenação 3D
- g. Planejamento e Controle 3D

2.3 PROCESSOS, PESSOAS E FERRAMENTAS NO AMBIENTE BIM

2.3.1 Processos

A modelagem da informação da construção altera a linguagem para a produção e o fornecimento de informações a respeito da edificação, e isso é próximo de dizer que ela altera a forma como pensamos e projetamos as edificações. Um dos objetivos centrais da BIM é sair do paradigma da representação bidimensional fragmentada em diversos documentos para se chegar a uma base unificada de informações acessível a todas as partes envolvidas, que é o Modelo. Segundo Eastman *et al.* (2011, p. 17):

“A BIM avança a indústria dos atuais processos papel-cêntricos e da automação de tarefas do empreendimento (CAD 3D, animações, bases de dados vinculadas, planilhas e desenhos de CAD 2D) para um fluxo de trabalho integrado e interoperável no qual estas tarefas se dissolvem em um processo coordenado e colaborativo que maximiza as capacidades computacionais, comunicação em nuvem e acúmulo de dados na captura de informação e conhecimento.”¹⁸

A elaboração desse Modelo irá se beneficiar também se o método de trabalho for mais adequado à essa realidade do que os processos tradicionais. Alguns autores, (CONSTRUCTION USERS ROUNDTABLE, 2004; EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011) defendem a revisão da lógica habitual de projetar-licitar-construir (*design-bid-build*) para métodos mais dinâmicos que promovam uma integração maior entre os agentes de projeto, construção e operação desde as primeiras fases do empreendimento, aproximando os agentes com diferentes conhecimentos e pontos de vista para a elaboração do projeto e sua implementação – métodos como o projetar-construir (*design-build*), que concentram a responsabilidade de projeto e obra em um

¹⁸ Tradução do autor.

único agente, ou o desenvolvimento integrado de empreendimento (*integrated project delivery, IPD*)¹⁹, que inclui até mesmo incorporadores e proprietários no processo de desenvolvimento, com o uso de ferramentas apropriadas à integração total. Uma questão a se resolver em nosso caso é a limitação da legislação brasileira quanto às formas de contratação e envolvimento entre os agentes em empreendimentos no setor público, hoje restritas ao modelo criticado da segmentação entre as diferentes fases (*design-bid-build*) (BRASIL, GOVERNO FEDERAL, 1993), sobretudo sob a preocupação de conflito de interesses entre fornecedores de serviços. As referências bibliográficas tratam de experiências norte-americanas e europeias em *Design-Build* e *IPD*. Portanto, um maior aprofundamento em estudos sobre as possibilidades de aplicação desse método em empreendimentos no setor público brasileiro precisa ser realizado antes de se propor estas práticas.

Independentemente do formato contratual adotado, que afeta como as equipes externas participarão do empreendimento, é necessário enfatizar que há uma grande parte do processo desenvolvida ou controlada por profissionais da própria Universidade, como visto na seção 2.2.2. Estes profissionais têm, com a BIM, a possibilidade de interagir de forma diferente e, se aproximados, poderão fornecer informações relevantes em cada etapa de desenvolvimento. A persistência dos coordenadores será chave para esta cooperação. Por exemplo, ainda que a equipe de projeto não possa contar com a consultoria específica de construtores (que só serão definidos após a licitação da obra), como sugere a prática do IPD, os engenheiros da fiscalização, que têm ampla vivência de obras, poderão suprir em parte essa função.

Eastman *et al.* (2011) observam que muitas organizações desenvolveram linhas gerais para a BIM em seus empreendimentos, sobretudo aquelas que necessitam gerenciar um grande número de edificações – que é o caso da USP. Estas empresas estabelecem padrões de objetivos para uso da BIM de acordo com suas necessidades globais de gestão e também para as fases intermediárias, como avaliações e simulações. Para que isso ocorra de modo eficiente, também são definidos padrões de modelagem, formatos de trocas de informações e arquivos, e a distribuição clara de papéis e responsabilidades dos diversos agentes. Essa padronização deverá ser estudada para a USP nos níveis institucionais (regras que valem para todos os empreendimentos) e em níveis específicos (de cada empreendimento).

Os processos de contratações (licitações, sobretudo) devem passar por adaptações para que a seleção de empresas seja adequada aos novos requisitos da modelagem.

¹⁹ Preferiu-se a tradução de “*Delivery*” por “*Desenvolvimento*” em vez de “*Entrega*”, pois reflete melhor a ideia em português.

Será necessário avaliar a capacidade das empresas em entregar os modelos conforme os padrões e objetivos estabelecidos, além de uma revisão permanente conforme a própria maturidade da SEF em BIM for aumentando (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011; SUCCAR, SHER e WILLIAMS, 2012). O contrato, seja qual for o método de desenvolvimento escolhido, será o instrumento legal para a definição das responsabilidades de cada parte envolvida. (COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2011)

Alguma dificuldade poderá ser encontrada no campo legal com relação à predeterminação de *softwares*, que é recomendada por alguns autores como “boa prática” da contratação para a BIM (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011), uma vez que, no entendimento da legislação de licitações (BRASIL, GOVERNO FEDERAL, 1993), isso pode comprometer a competitividade da disputa. Como as capacidades de *softwares* de modelagem paramétricos são muito específicas (diferentemente dos programas CAD 2D, cujos produtos eram facilmente compatíveis com AutoCAD, *software* padrão da SEF hoje) e há perda de funcionalidades na exportação para IFC, essa indefinição pode afetar substancialmente os requisitos de modelagem.

2.3.2 Pessoas

Como visto na seção 2.2.2, diversos agentes do processo de desenvolvimento de empreendimentos na Universidade terão suas funções tradicionais modificadas em maior e menor grau. Outras funções, como o gestor de edificações, precisam ser criadas para que a modelagem atinja um potencial ainda maior. Isso gerará um grande esforço de gestão de mudanças, conforme discutido na seção 2.4.1, sobretudo porque novas habilidades e processos precisarão ser incorporados.

A Tabela 1, extraída de *BIM Handbook* (pág. 259), demonstra como o papel de profissionais de projeto em uma empresa de arquitetura mudou com a implantação da BIM. A tabela mostra que, uma vez que a BIM redireciona os esforços de uma equipe de projeto da documentação bidimensional para a definição das qualidades do modelo, profissionais em postos mais elevados são mais exigidos que profissionais menos experientes.

Tabela 1 - Mudanças na Demanda por Habilidades de Projeto em um Empreendimento Típico

Graduação Profissional	Horas de Projeto		
	Pré-BIM	Pós-BIM	Variação
Diretor	32	32	0%
Gerente de Empreendimento	128	192	33%
Gerente de Projeto	192	320	40%
Arquiteto	320	192	-67%
Estagiário	320	96	-233%
Total	992	832	-19%

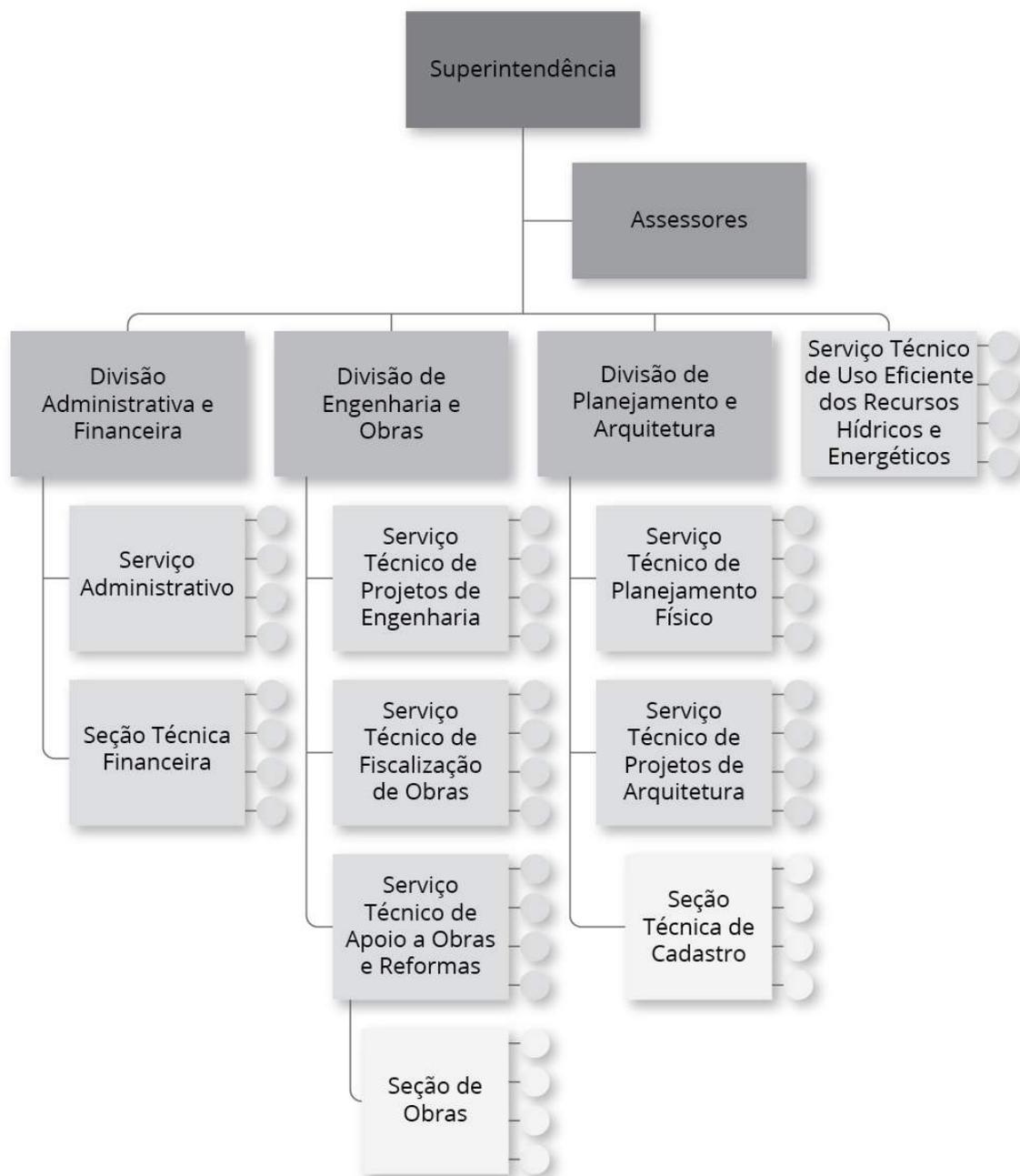
Fonte: adaptado de Eastman *et al.* (2011, p. 259)

Um ponto que precisa ser trabalhado com cuidado é a alocação de pessoal especializado em investigar, implantar e aprimorar as práticas de entrega dos empreendimentos pela BIM. Não há organização que tenha empregado a BIM de modo bem-sucedido que não tenha percebido essa necessidade e destinado equipes para esta finalidade. Essas pessoas irão aos poucos se configurar como especialistas, com habilidades focadas na modelagem, seus processos e resultados, ocupando posições diversas daquelas que existem hoje (serão os “especialistas”, “campeões”, “administradores” ou “gerentes” BIM, ou ainda *Chief Information Officers – CIOs*²⁰) (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011). Isto precisará de um alto grau estratégico de aprovação.

A Figura 3 mostra como a estrutura organizacional da SEF está configurada atualmente (março de 2018).

²⁰ Ou Diretor de Tecnologia da Informação, são profissionais especializados na gestão dos sistemas informatizados de uma empresa.

Figura 3 – Organograma Atual da SEF

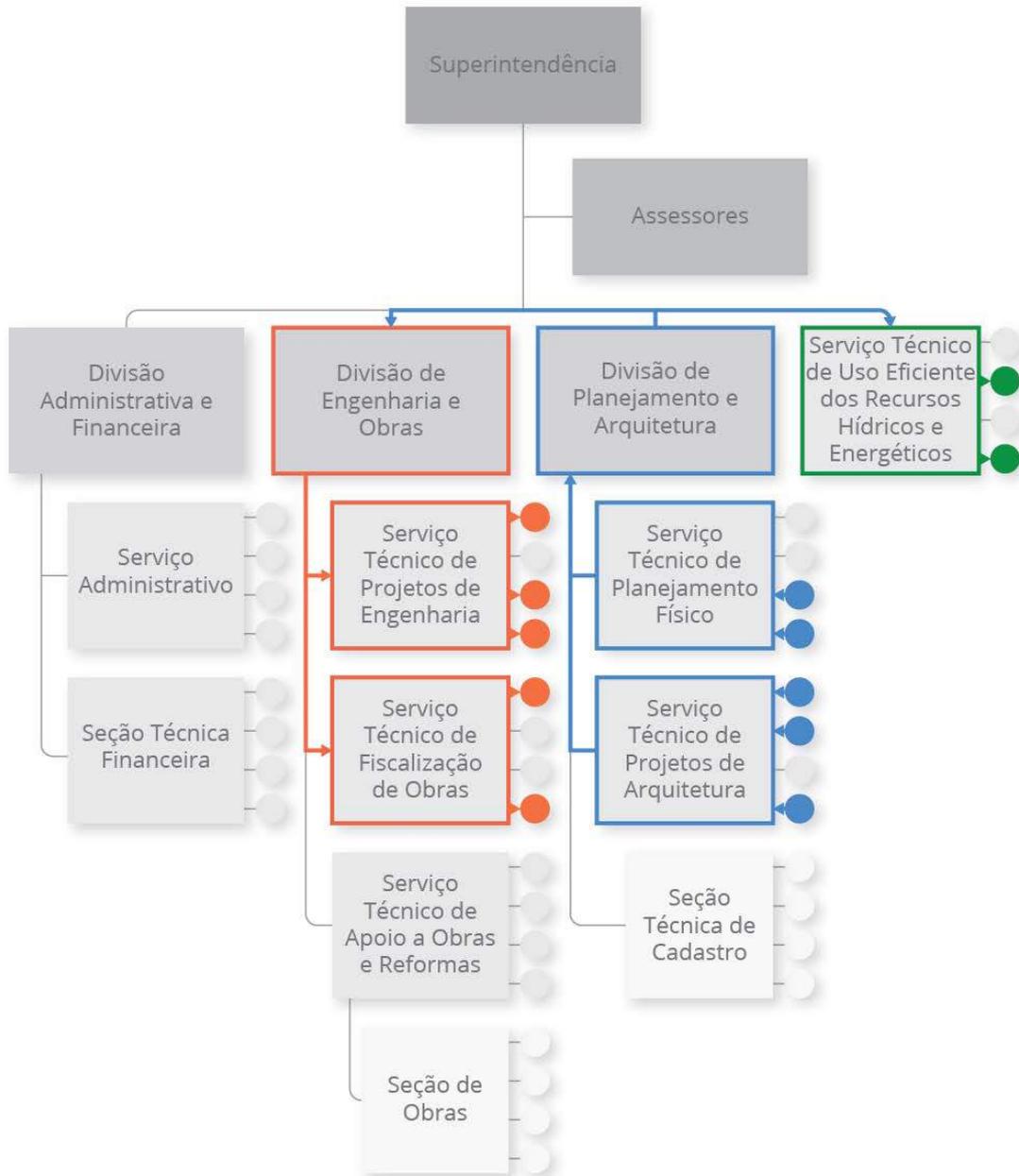


Fonte: Levantamento junto à Superintendência do Espaço Físico

Esta estrutura apresenta problemas de fragmentação excessiva. A primeira dificuldade, que causa lentidão nos trabalhos, é a separação das atividades em muitos setores. No tocante ao desenvolvimento de empreendimentos, existe uma *Divisão de Planejamento e Arquitetura*, subdividida em *Planejamento* e *Projeto*, e outra *Divisão de Engenharia e Obras*, subdividida em *Projeto* (novamente), *Fiscalização* e *Obras*. Não há um nível hierárquico (além da Superintendência) que una e coordene essas atividades. A Figura 4 demonstra o fluxo hierárquico caso profissionais da *Divisão de*

Arquitetura e Planejamento necessitem de suporte de profissionais de outros setores:

Figura 4 - Organograma Atual da SEF - Fluxo Hierárquico



Fonte: Autor

Se a dimensão temporal for considerada nesta tramitação, isto é, o tempo que cada passagem de um agente a outro pode levar (considerando o tempo disponível de cada uma das chefias para avaliar o material e repassar à próxima chefia, que repetirá este processo de avaliação antes de repassar a seus subordinados), mais o tempo de desenvolvimento do trabalho propriamente dito, pode-se imaginar o quão demorado o processo pode ficar. Melhores considerações sobre os problemas

práticos desse tipo de estrutura para empresas de projeto, e suas alternativas, são feitas por Oliveira e Melhado (2006).

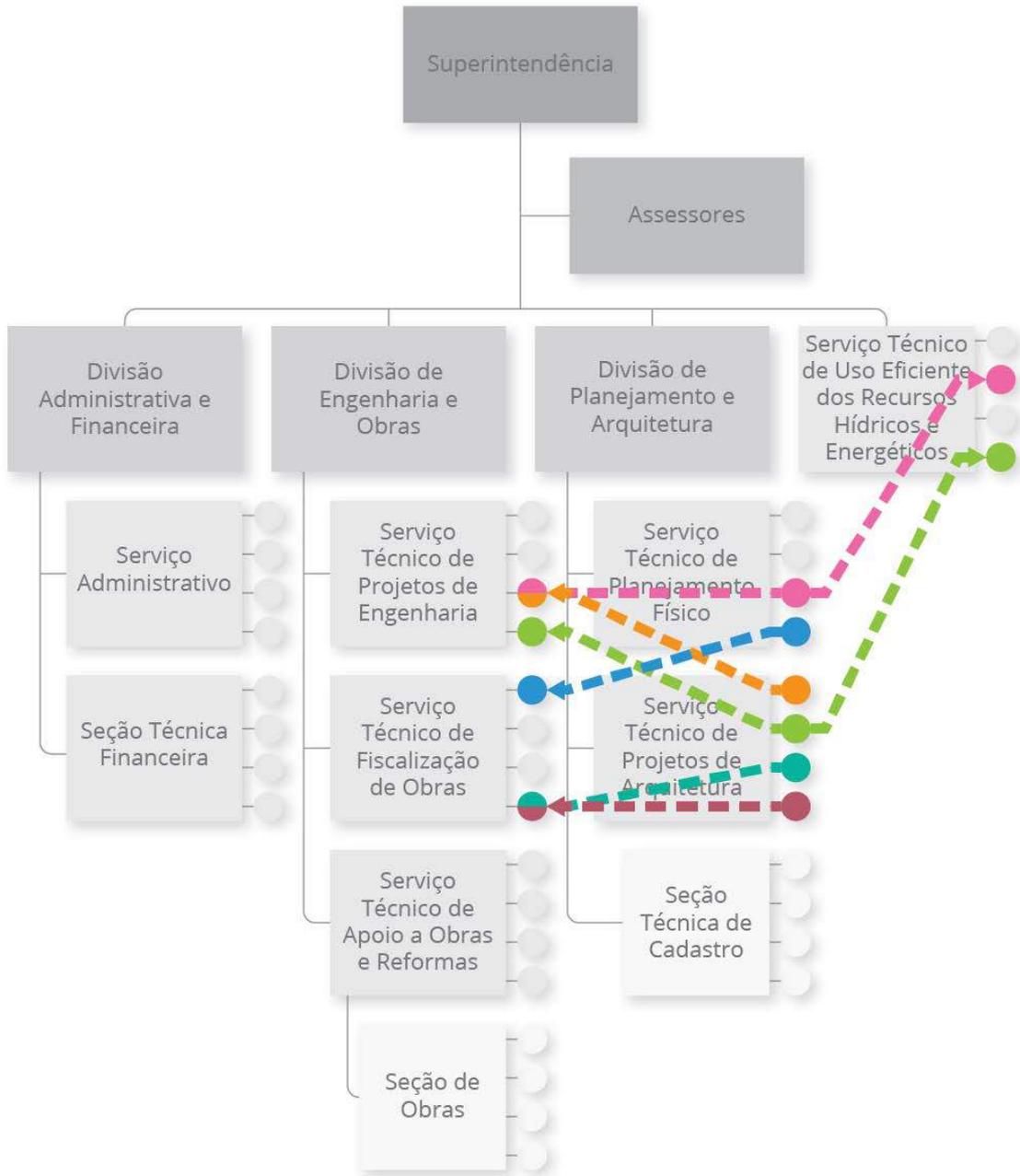
Assim, para os coordenadores o caminhar das informações (via processo físico ou eletrônico) pela estrutura oficial é muito lenta. Na prática, para acelerar o trabalho, muitos coordenadores burlam essa estrutura criando uma estrutura matricial paralela, com ou sem a chancela dos chefes envolvidos. Essa informalidade dos procedimentos de trabalho pode gerar desgastes nas relações intrapessoais (entre membros da equipe, pelo entendimento que a hierarquia deve, ou não, ser respeitada), conflitos de informações e riscos de responsabilidades, uma vez que as chefias acabam não avaliando informações que, teoricamente, deveriam.

Em 2018 foi implantada a remodelação do sistema informatizado de gestão de empreendimentos da SEF, denominado *Acrópole*²¹ (anteriormente, *Sistema de Gestão de Projetos, SGP*), que busca, entre outros objetivos, agilizar estas tramitações, formalizando a característica matricial necessária para o desenvolvimento dos empreendimentos. Entretanto, o sistema não altera a estrutura organizacional existente, abrindo, portanto, chance para que o processo pare caso uma das chefias (de várias envolvidas) invalide uma decisão da equipe. Uma estrutura matricial institucionalizada deve reduzir estes entraves, dando maior autonomia às equipes.

Por fim, o fluxo matricial não oficial demonstrado na Figura 5 não resolve a necessidade de uma estrutura organizacional orientada aos empreendimentos, isto é, na qual as equipes sejam designadas para desenvolver um empreendimento com maior grau de autonomia para tomar decisões e executar tarefas.

²¹ <https://uspdigital.usp.br/acropole> (USP, 2018)

Figura 5 - Hierarquia Atual da SEF - Fluxo Matricial Informal



Fonte: Autor

Outro aspecto que se pode observar neste organograma é que não há setores específicos para o desenvolvimento de trabalhos de suporte às demais atividades, que atuem de forma interdepartamental. O desenvolvimento e a manutenção do Sistema Acrópole são um caso no qual funcionários de diversas partes da organização foram destacados em uma comissão para este fim, sem, contudo, terem autonomia para se dedicarem com exclusividade. Estes funcionários acabavam negligenciando tarefas (referentes ao Acrópole ou às suas outras atribuições) ou se sobrecarre-

gando. Analogamente, ao se pensar na implantação da BIM, serão necessários profissionais com alto grau de envolvimento em tarefas como treinamento, suporte, padronização e desenvolvimento de material (como *templates*, famílias etc.). Esses profissionais devem ter autonomia para atuarem sem estar sob a influência de chefias que tenham a oportunidade de redirecionar suas funções.

Na seção 4.2.3 é proposta a revisão deste organograma, a fim de sanar as dificuldades apresentadas.

2.3.3 Ferramentas

A Modelagem da Informação da Construção é realizada por meio de uma série de ferramentas em ambiente digital, principalmente uma coleção de programas de computador com as finalidades de:

- *planejamento do empreendimento*, que possibilitam a definição inicial de parâmetros e requisitos do empreendimento;
- *projeto*, ou *design authoring*, para o desenvolvimento de informações geométricas e não-geométricas dos elementos da construção;
- *quantificação*, ou *quantity take-off*, para levantamento das quantidades de materiais empregados, tanto quanto o detalhamento do modelo permita;
- *orçamentação*, para estimar custos e planejar despesas;
- *planejamento da construção*, como organização do canteiro – *site planning* – e cronograma de execução – *scheduling* –, montados sobre o modelo;
- *coordenação* de projeto e de construção, por meio da combinação de modelos de diferentes disciplinas e verificação de incompatibilidades;
- *análises e simulações de desempenho*, como desempenho energético, estrutural, acústico etc.;
- *visualização* do modelo 3D ou de suas informações, em formato de planilhas, apenas para leitura;
- *monitoramento*, que também exige que sejam instalados sistemas de monitoramento e sensores nas instalações.

Alguns dos *softwares* disponíveis no mercado podem acumular mais de uma destas funções (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011).

Quando se expõem os processos a um número tão grande de ferramentas informatizadas, uma preocupação que surge é a integridade e a usabilidade das informações quando da necessidade de acessá-la por diferentes plataformas para diferentes usos. Conforme visto, com a agregação de uma grande quantidade de informações não-geométricas a um modelo (que não são apenas posicionadas em X, Y e Z),

é necessário que haja uma *estrutura padrão de informações para interoperabilidade*, que é o que se pretende com o IFC:

“O IFC representa um esquema de dados para compartilhamento de informações da construção e gestão de edificações por vários programas usados no domínio da indústria AEC/FM. É um esquema de dados orientado por objetos baseado em definições de classes que representam estes objetos (tais como elementos da edificação, espaços, propriedades, formas etc.) que são utilizadas por diferentes programas empregados em empreendimentos” (BUILDINGSMART, 2018)²²

Assim, mais que um formato de arquivo digital para troca de informações, o IFC é a própria estrutura que determina como os *softwares* organizam as informações para compartilhamento.

Entretanto, o esquema IFC é limitado em relação ao tipo de informações que pode armazenar, dada a variedade e complexidade de elementos utilizados na indústria da construção civil (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011). Assim, o IFC não é utilizado como um formato nativo de aplicações, mas como uma forma para intercâmbio de informações do modelo entre diferentes plataformas, que utilizam esses dados como *input* e devolvem novas informações (*output*) para novos usos.

No processo de troca entre aplicações, observa-se que a complexidade e o volume de informações em um modelo é tal que muitas delas não são relevantes para todos os usos. Assim, o conceito de *Definições de Vistas do Modelo (Model View Definitions, MVD)* foi elaborado para que recortes de informações relevantes para determinados usos possa ser facilitada durante as trocas de informações (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011; NIBS, 2007). Existem padrões de MVDs elaborados pela buildingSMART²³ para orientar a indústria como um todo, mas a definição de Vistas do Modelo para usos específicos pode ser encarada como uma tarefa de gestão da informação a ser executada ao longo de um projeto.

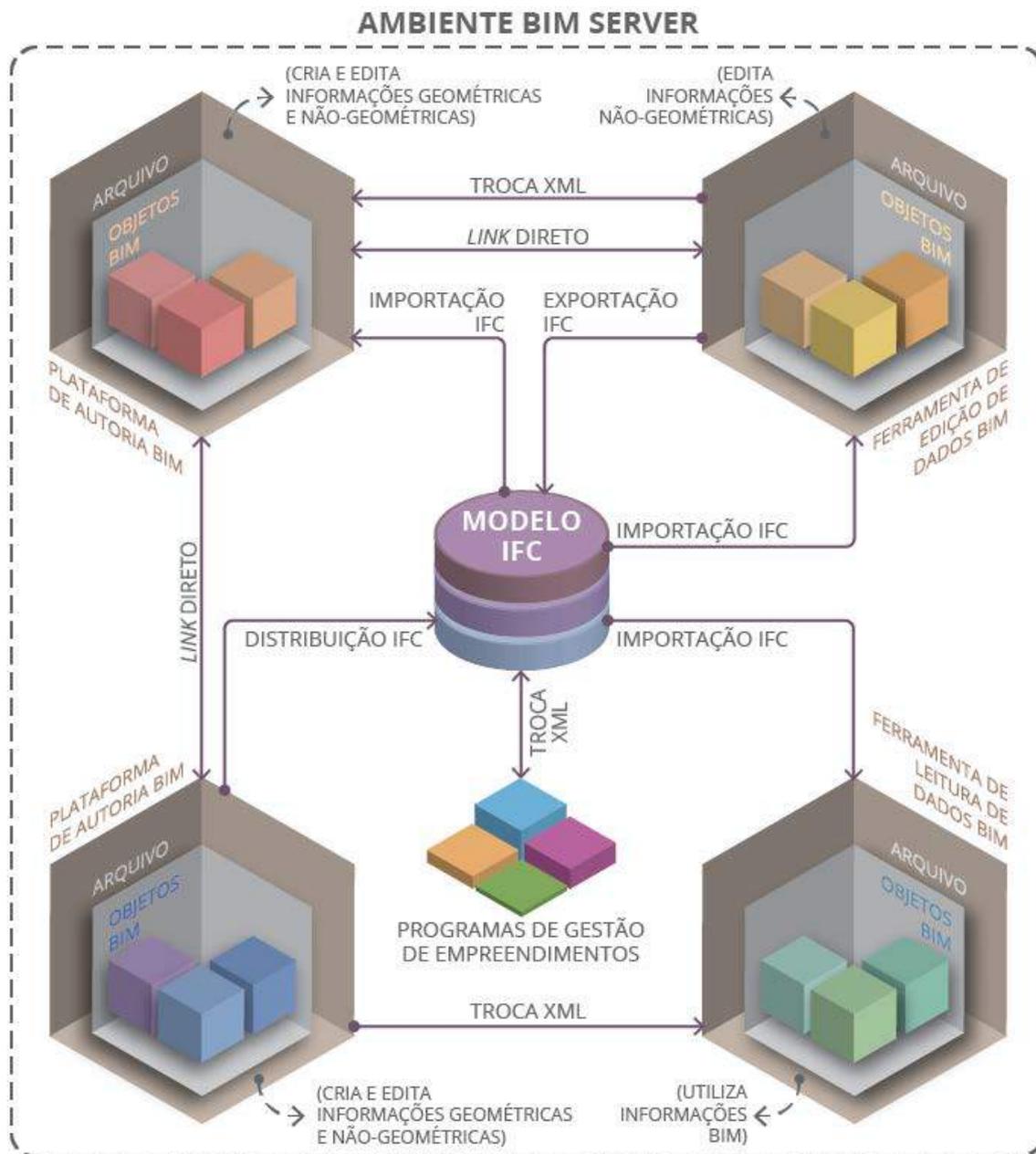
O grau de evolução desejado para a interoperabilidade entre plataformas é por meio da atuação de diversos agentes diretamente sobre uma única base de dados, na qual diversos programas podem atuar sobre a estrutura de dados de um único modelo, baseado em IFC (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011; NIBS, 2007). É aqui que

22 Tradução do autor.

23 <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition>

entram os Repositórios BIM, ou Servidores BIM (*BIM Repositories* ou *BIM Servers*)²⁴. A Figura 6 exemplifica o modelo de funcionamento destes recursos.

Figura 6 - Esquema funcional de um Servidor BIM



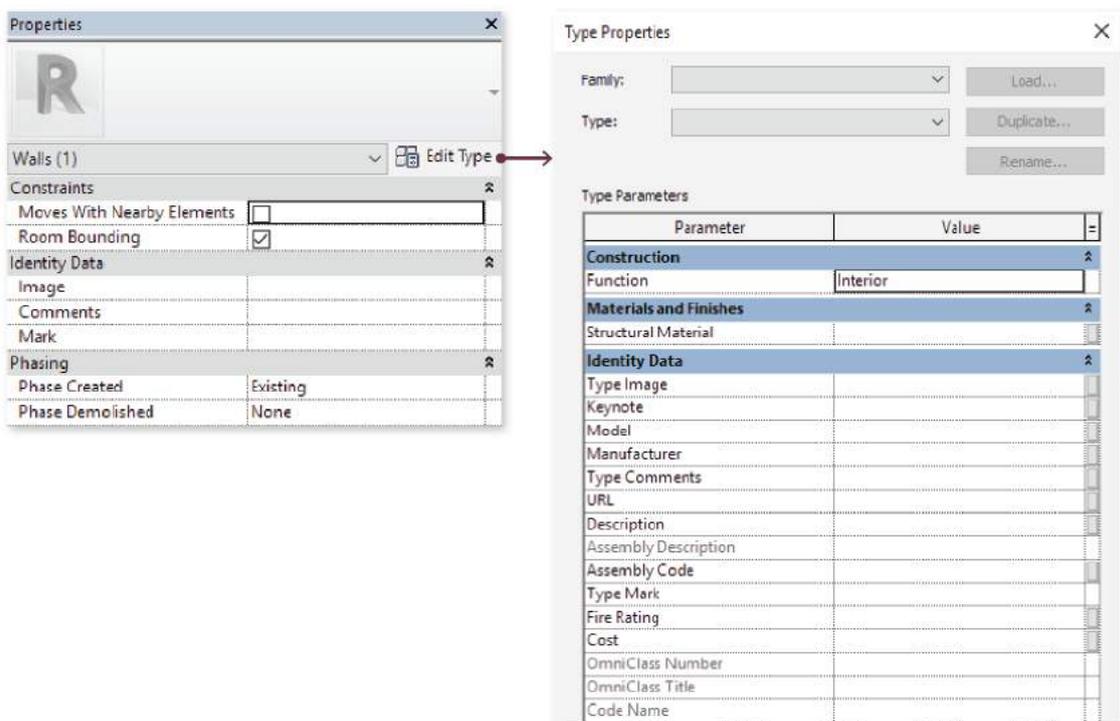
Fonte: Adaptado de Eastman et al. (2011, p. 143)

Como se observa, nestes ambientes o modelo IFC é um centralizador de informações, mais do que um formato de troca. Por se tratar de trocas de informações geométricas e não-geométricas, é necessário que as partes envolvidas respeitem a sintaxe de produção de informações em um modelo, isto é: para que as diferentes

²⁴ Alguns exemplos são: BIM Sync (CATENDA, 2018), 3D Repo (3D REPO, 2018), BIM Server (BIMSERVER, 2018) e BIM 360 (AUTODESK, 2018).

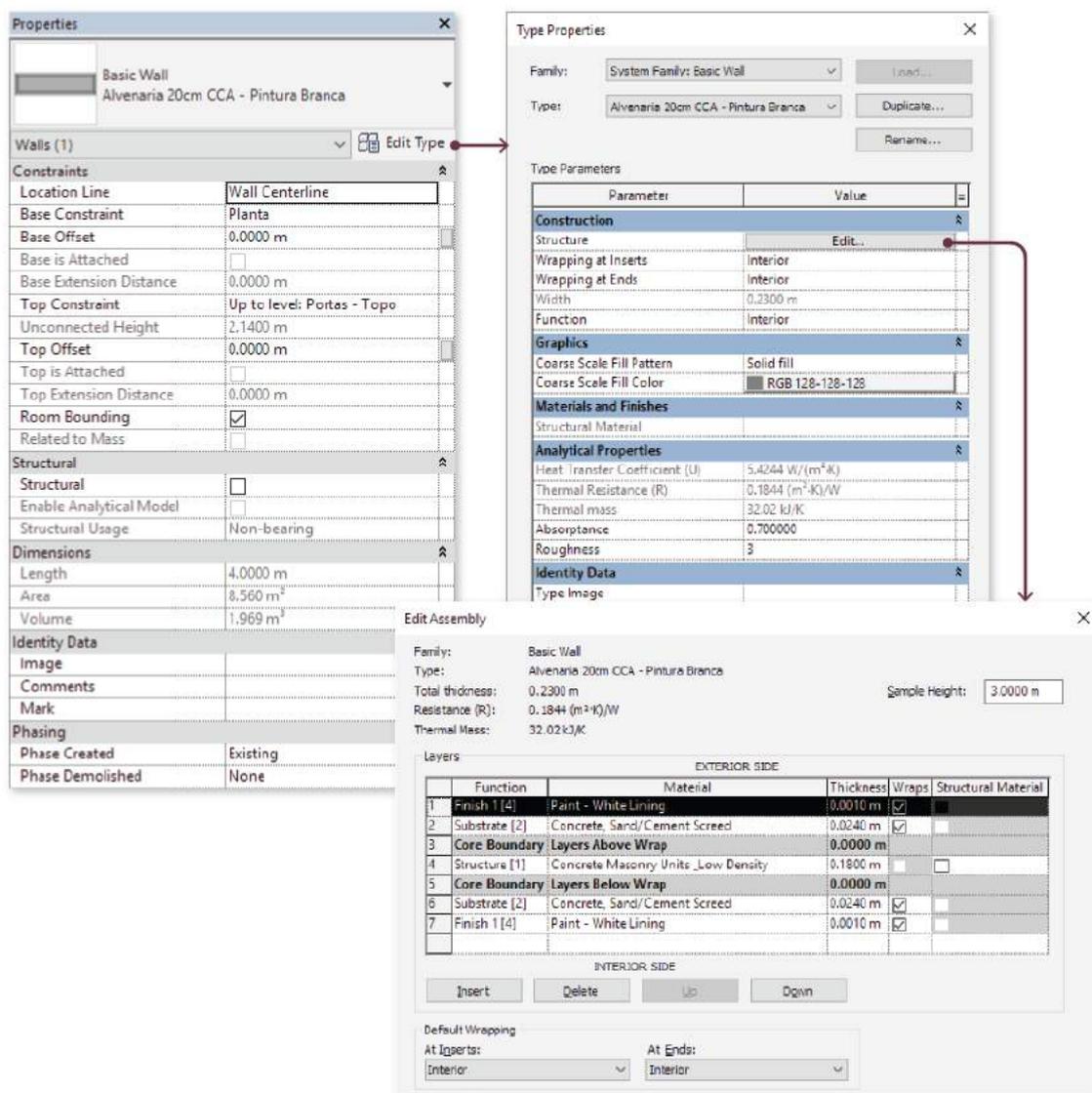
plataformas possam, por meio do intercâmbio via IFC, compreender as informações do modelo, essas informações precisam ser geradas conforme certas regras. Ou seja, resumidamente, paredes devem ser modeladas como paredes, pilares como pilares, escadas como escadas etc., cada qual respeitando as relações “hospede-hospedeiro” que lhes cabe e com as propriedades pertinentes aos tipos, devendo ser evitada a modelagem de massas genéricas às quais não se podem atribuir as propriedades necessárias em análises de diferentes ferramentas. (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011). Um exemplo rápido destas diferenças de propriedades inerentes aos diferentes tipos de objetos pode ser observado na Figura 7 e na Figura 8.

Figura 7 - Conjunto de Propriedades de uma Parede por Massa Genérica (Revit)



Fonte: Recortes de tela do programa Autodesk Revit

Figura 8 - Conjunto de Propriedades de uma Parede Família do Sistema (Revit)



Fonte: Recortes de tela do programa Autodesk Revit

Vale notar que as maiores desenvolvedoras de *softwares* de autoria BIM têm apostado na redução de transações via formato aberto para a integração de soluções de plataformas (quase) tudo-em-um. É o caso da Autodesk, com o Revit, e da Bentley, com o AECOsim. Ambas soluções unificaram em um único programa o ambiente de autoria das principais disciplinas de projeto (arquitetura, estrutura, elétrica, hidráulica e climatização) e ainda oferecem conjuntos de soluções para análises (energética, estrutural, sistemas etc.), dependendo, assim, de menos transações entre os diferentes agentes. Isso é um atrativo sobretudo às empresas de projeto multidisciplinares – como é o caso da SEF – por facilitarem o acesso às informações por diferentes profissionais diretamente de um mesmo ambiente de trabalho, e por permitirem a colaboração simultânea em nuvem em um mesmo arquivo.

Por fim, a utilização destes recursos também demandará computadores robustos com alta capacidade de processamento e armazenamento. Também é indispensável o armazenamento e compartilhamento de arquivos em rede, preferencialmente em nuvem, dada a necessidade de acesso aos diferentes modelos por todos os membros da equipe do empreendimento, bem como o acesso em campo por meio de dispositivos portáteis, como notebooks, celulares e tablets. (MCGRAW HILL CONSTRUCTION, 2014; EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011).

2.4 MUDANÇAS E MODERNIZAÇÃO

Processos de modernização provocam grandes mudanças, e mudanças são simultaneamente excitantes e aterrorizantes. Parece que (embora não haja métrica) a dificuldade em modificar um processo é proporcional ao esforço envolvido na sua execução. Mas, justamente por ser demasiadamente complexo, é que um processo deve ser melhorado. É intuitivo imaginar que seja mais fácil modernizar a forma como se projeta do que a forma como se constrói. A justificativa poderia começar pelo número de agentes envolvidos nos dois processos, pelos custos dos recursos de cada um ou pelos respectivos tempos de produção, por exemplo. Mas, por isso mesmo, é que a modernização dos processos construtivos impactaria mais positivamente no uso racionalizado de energia, recursos e tempo, por exemplo.

A BIM é um desses métodos/tecnologias ambiciosos, que provocam os agentes da construção civil a repensarem o processo como um todo. E como a SEF lida de ponta a ponta com a questão, tem-se uma boa oportunidade para modernização. Só que as partes interessadas precisam compreender o tamanho do desafio para promover o processo de mudança.

2.4.1 Gestão de Mudanças

Burnes (2004) aponta que os estudos de Kurt Lewin²⁵ a respeito da promoção de mudanças, principiado na resolução de conflitos sociais, são, ainda hoje, base para muitas das práticas de gestão de mudanças em empresas, ainda que o teórico alemão tenha sido amplamente criticado e revisitado nas últimas décadas²⁶. As quatro principais contribuições teóricas do autor são 1) a "Teoria de Campo"; 2) a "Dinâmica dos Grupos"; 3) a "Pesquisa-Ação" e 4) o "Modelo de 3 Etapas" para mudanças.

²⁵ Sobretudo a obra "Frontiers in Group Dynamics", de 1947.

²⁶ Burnes cita correntes de aproximação (*approach*) como "Excelência Cultural", "Pós-Modernistas" e "Processualistas", e correntes de perspectiva (*perspective*) como "Incremental", "Equilíbrio Pontuado" e "Transformação Contínua".

Burnes explica que a "Teoria de Campo" (a compreensão máxima possível das forças atuantes sobre um grupo) e a "Dinâmica de Grupos" (o entendimento que o grupo funciona de modo distinto dos indivíduos que o compõem, e que o foco das mudanças deve estar no comportamento do grupo) foram elaboradas para permitir a análise e a compreensão de como agrupamentos sociais são formados, motivados e mantidos. Já a "Pesquisa-Ação" (o método que propõe a pesquisa científica direcionada à ação, e a repetição desse processo gradualmente até a obtenção de resultados satisfatórios) e o "Modelo de 3 Etapas" (descongelar-mover-recongelar) são métodos desenvolvidos para modificar o comportamento destes grupos. Segundo Burnes, essas teorias seguem relevantes ainda em teorias mais modernas, como se pode ver no caso do modelo de 8 etapas de John Kotter (2007).

Segundo Burnes, o *comportamento* está no foco da mudança estudada por Lewin. Este comportamento, identificado como componente importante da "Cultura Organizacional", deve ser o foco da mudança. Mais do que os processos que são alimentados pelos colaboradores, é a mentalidade renovada destes que dá consistência à mudança.

Segue uma breve explicação do "Modelo de 3 Etapas" de Lewin, segundo Burnes, que será relacionado com o modelo de Kotter, mais adiante.

- a. *Descongelar*: um momento de questionar o status-quo, sua validade, suas justificativas e confrontá-lo com forças externas ao grupo a fim de desestabilizá-lo, sem, contudo, desestabilizar o grupo e seus indivíduos. Nesta etapa é fundamental o conhecimento das forças mencionadas na "Teoria do Campo".
- b. *Mover*: atuando pelos métodos formulados para a "Pesquisa-Ação", uma vez que, dada a tamanha complexidade do "Campo", apenas por um processo de pesquisa, tentativas, erros e acertos, é possível chegar a soluções viáveis.
- c. *Recongelar*: deve ser entendido como um momento de evitar a regressão das conquistas mais do que gerar uma nova estagnação. Assim, é necessário criar mecanismos, normas, rotinas e processos que sustentem as mudanças, evitando o retrocesso.

Trazendo a promoção de mudanças para o ambiente empresarial, Kotter (2007) observa as dificuldades de gerenciar processos de transformação complexos em organizações, e mapeia oito fases fundamentais – e as ações necessárias e os riscos envolvidos em cada uma delas. O autor observa que isso, em geral, requer muito

tempo, e é um campo minado de possibilidades de falhas. Suas observações fundamentam uma metodologia para a promoção de mudanças, que consiste, basicamente, em:

- a. *Estabelecer o senso de urgência*, que leva membros da organização a questionar o *status quo*, a compreender a necessidade de mudança e tender à esta;
- b. *Formar um grupo forte para liderar o processo*, um grupo transversal que tenha comprometimento, respeito interno e razoável autoridade para tomar as medidas necessárias;
- c. *Criar uma visão*, uma meta objetiva que será o crivo direcional das ações a serem tomadas;
- d. *Comunicar a visão*, de modo que os demais membros da empresa tenham igual clareza dos objetivos almejados;
- e. *Encorajar outros a atuar em favor da visão*, proporcionando um ambiente que favoreça a cooperação e metodologias inovadoras;
- f. *Planejar e conquistar vitórias a curto prazo*, que irão indicar que há progresso e ao mesmo tempo estimular a continuidade dos trabalhos;
- g. *Consolidar melhorias e impulsionar mudanças*, aproveitando a inércia e garantindo que não haja retrocessos, evitando interrupções antes da hora;
- h. *Ancorar as mudanças na cultura da empresa*, conformando estruturas organizacionais para que reflitam as mudanças, ao mesmo tempo que traduzam a nova cultura desenvolvida.

Percebe-se que esse modelo é uma versão direcionada do que foi pensado por Lewin, esmiuçando em detalhes as ações necessárias no caso específico de organizações empresariais. Com alguma abstração, consegue-se relacionar os dois modelos, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Relacionamentos entre os modelos de Lewin e Kotter

Modelo de Lewin	Modelo de Kotter
1. Descongelar	1. Estabelecer o senso de urgência
	2. Formar um grupo forte para liderar o processo
2. Mover	3. Criar uma Visão
	4. Comunicar a Visão
	5. Encorajar outros a atuar em favor da visão
	6. Planejar e conquistar vitórias a curto prazo
3. Recongelar	7. Consolidar melhorias e impulsionar mudanças
	8. Ancorar as mudanças na cultura da empresa

Fonte: Autor, baseado em Burnes (2004) e Kotter (2007)

Estes modelos serão retomados mais adiante, quando for apresentado o plano de implantação BIM. Antes, contudo, é necessário verificar algumas experiências.

Chaves e Marques (2006) realizaram um estudo de caso em uma empresa pública mineira para identificar as dificuldades particulares da promoção de mudanças naquele ambiente. Observaram que práticas do tipo “choque de gestão”, prediletas entre governantes recém-eleitos, são pouco, ou nada, proveitosas, e que a cultura organizacional sobrevive e persiste na prática, enquanto a mudança é apenas teórica. Isso é coerente com o que dizem Lewin e Kotter: nesses casos, o foco não está no comportamento, transbordando para as estruturas. Um dos principais problemas identificados pelos autores mineiros é o baixo grau de envolvimento das partes interessadas (servidores públicos) no processo de mudança. Ainda que estes reconhecessem motivos para mudar, a falta de envolvimento e de um planejamento para uma mudança progressiva os afastou das práticas desejadas.

No setor privado, em alguns casos, a resistência à mudança pode levar a uma reconfiguração do quadro de pessoal de uma empresa. Embora isso nem sempre seja a melhor situação, pois pode resultar na perda de talentos pelo motivo errado, é uma possibilidade. No setor público brasileiro isso é mais difícil, tanto pela estabilidade dos servidores quanto pelas dificuldades para contratar (seja pelo modelo de contratação por concurso público ou devido às restrições orçamentárias para con-

tratação de quadro fixo). Então, é premissa que há de se trabalhar bem com os recursos humanos disponíveis, dando-se especial atenção à comunicação e ao treinamento.

Num caso mais próximo ao objeto deste estudo, Garbini e Brandão (2013) analisaram o processo de implantação da Modelagem da Informação da Construção (BIM) em quatro escritórios de arquitetura. Observaram que a falta de conhecimento prévio dos métodos e de um planejamento do processo de implantação dificultou, se não impediu, a obtenção de resultados mais significativos. Os escritórios teriam estacionado no “trivial” da BIM, apenas usando a modelagem para extração dinâmica de desenhos e para finalidade de projeto, com pouco ou nenhum uso nas demais fases do empreendimento. Mas se forem objetivados usos mais avançados, é necessário um plano mais consistente.

2.4.2 Sobre Implantação BIM

Segundo Eastman *et al.* (2011, p. 256):

“A BIM é um novo ambiente de TI, e requer treinamento, configuração de sistemas, preparo de padrões de bibliotecas e documentos, e a adaptação de procedimentos de revisão e aprovação de projetos, frequentemente combinados com novas práticas de negócio. Estas coisas precisam ser desenvolvidas de modo incremental, lado a lado com métodos de produção existentes, de modo que problemas de aprendizado não comprometam a entrega de empreendimentos em andamento.”²⁷

Por esta observação percebe-se que o esforço para implantação da BIM será gradual e a longo prazo. Também, conforme outras recomendações (COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2011; SUCCAR, SHER e WILLIAMS, 2012), é importante separar as diferenças entre a capacidade de uma organização em atuar pela Modelagem (Capacidade BIM da Empresa) e as expectativas para uso da BIM em um determinado empreendimento (Objetivos BIM). Estas diferenças serão brevemente apresentadas para, adiante, definir melhor as estratégias de implantação.

²⁷ Tradução do autor.

2.4.2.1 Adoção da BIM no Nível Organizacional

Quando se tratar a adoção da BIM no nível organizacional, será utilizado o termo “nível de desempenho BIM da organização” (SUCCAR, SHER e WILLIAMS, 2012). Diferentes competências podem ser necessárias para a produção de um Modelo com diferentes usos programados. Assim, entende-se que um empreendimento com previsão para um determinado *uso BIM* precisa ser executado por empresas com *capacidades BIM* correspondentes à produção de um modelo para este uso.

SUCCAR, SHER e WILLIAMS (2012) propõem um modelo de cinco métricas para a avaliação do desempenho BIM de organizações, que estão resumidas a seguir:

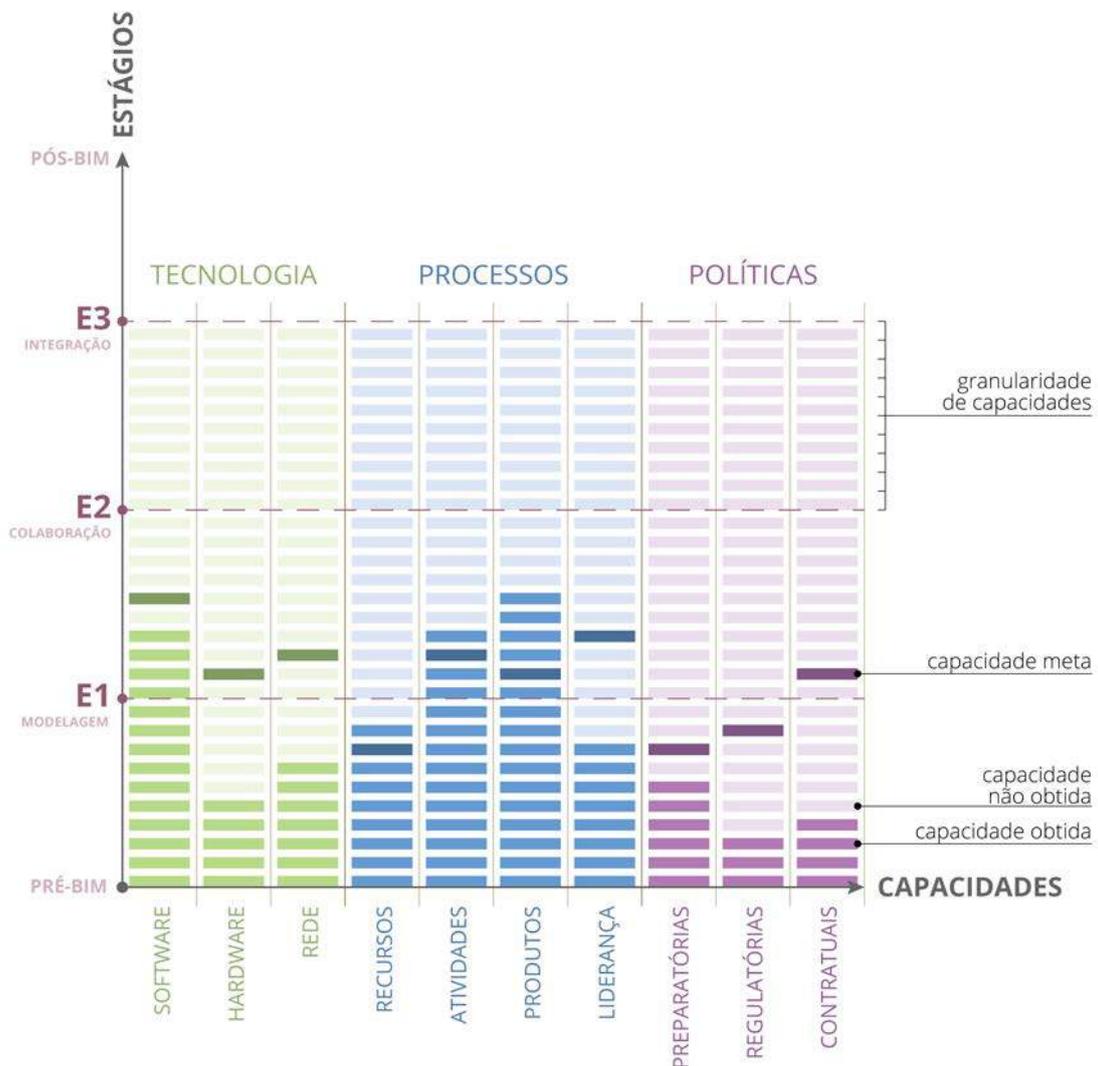
- a. **Escala Organizacional:** ajuda a identificar o nicho de atuação da empresa e, consequentemente, o nível de maturidade BIM compatível necessário. São quatro grandes níveis de escala organizacional: 1) Mercados; 2) Indústrias; 3) Equipes de Empreendimentos; 4) Organizações.
- b. **Conjuntos de Capacidades:** divididos em três ramos principais: *tecnologia, processos e políticas*, que se ramificam novamente em recursos, atividades, definições, papéis etc., categorizados em 4 níveis de granularidade para avaliação (item e). São exemplos de capacidades: a implantação de software de modelagem, implantação de software de coordenação, implantação de repositório BIM, aquisição de maquinário compatível com a escala de projeto, definição de fluxos de trabalho baseados na modelagem cooperativa, formulação de contratos específicos para trabalho em BIM, treinamento sistemático de pessoal, definição de padrões de interoperabilidade etc.
- c. **Níveis de Maturidade**²⁸: São definidos cinco níveis de maturidade: 1) Inicial/Ad Hoc (para uma finalidade isolada, sem respaldo organizacional); 2) Definida; 3) Gerenciada; 4) Integrada; 5) Otimizada. Os níveis podem ser avaliados no âmbito das *capacidades, estágios e organizações*, conforme demonstrado na Matriz de Maturidade BIM (BIM EXCELLENCE, 2016).
- d. **Estágios de Maturidade BIM:** são três macroetapas de capacitação em BIM: 1) Modelagem em nível de objeto; 2) Colaboração baseada no modelo; 3) Integração em rede.

²⁸ Os autores citados diferenciam **capacidade** (a habilidade de realizar uma tarefa, seja essa capacidade utilizada ou não) de **maturidade** (o grau de excelência ao realizar uma tarefa, ou o quão bem estruturada a empresa está para realizar uma tarefa - processos, padrões, recursos etc.).

- e. **Níveis de Granularidade:** Correspondem à expectativa para avaliação do desempenho BIM. São estabelecidos quatro níveis: 1) Descoberta; 2) Avaliação; 3) Certificação; 4) Auditoria. A cada nível, aprofunda-se mais detalhadamente a análise de desempenho nos conjuntos de capacidades correspondentes.

Duas visualizações que relacionam estas métricas são particularmente interessantes para nortear a evolução da maturidade BIM em uma empresa: a relação *estágios de maturidade BIM x conjunto de capacidades* (Figura 9) e a relação *níveis de maturidades x conjuntos de capacidades* (Figura 10).

Figura 9 - Relação Estágios de Maturidade BIM x Conjuntos de Capacidades

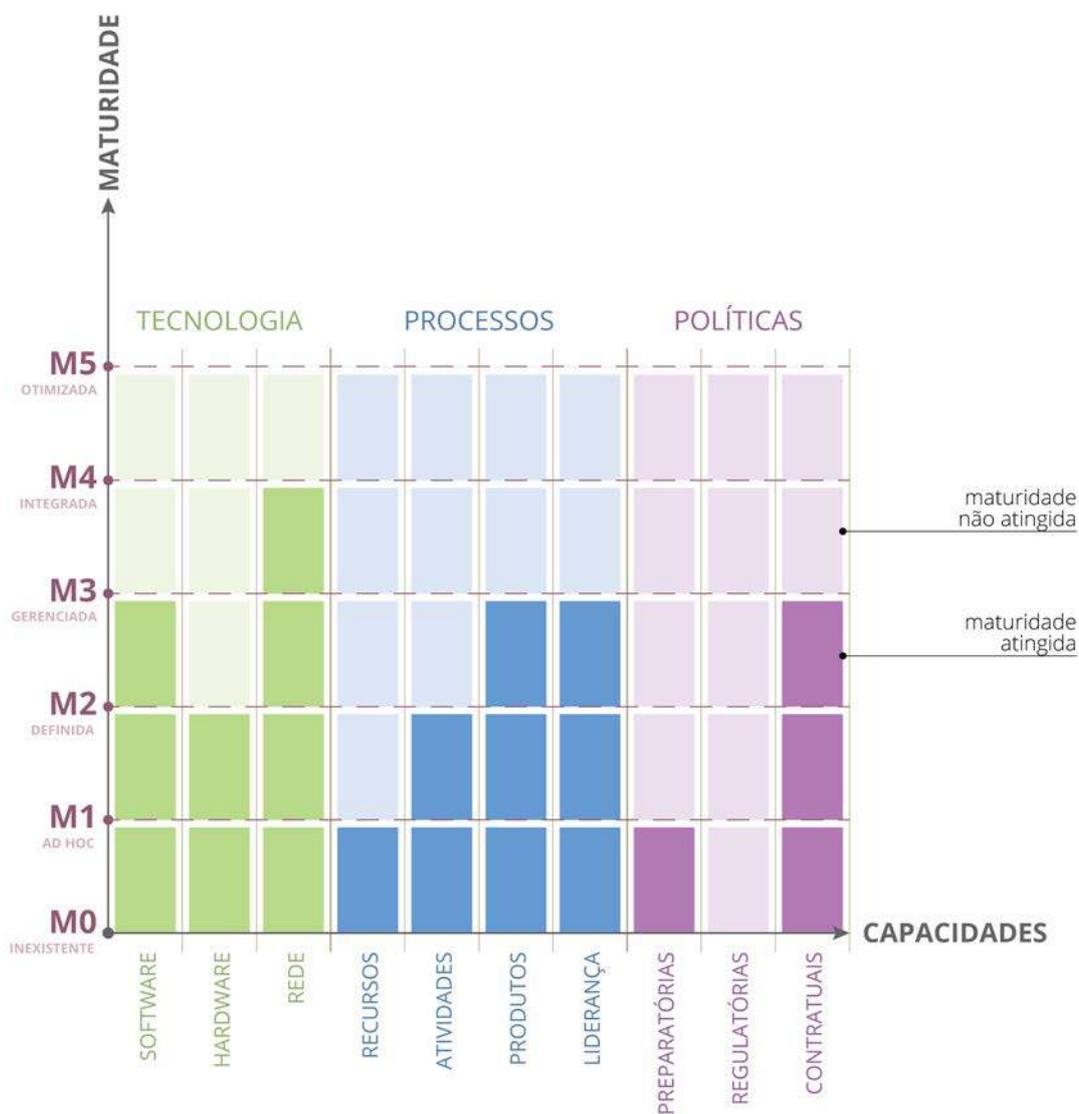


Fonte: Adaptado de SUCCAR (2009)

Nesta relação se observa que há um conjunto de capacidades necessárias para avançar para os diferentes estágios de maturidade BIM. Dependendo do objetivo

das organizações, diferentes metas para obtenção de capacidades podem ser definidas.

Figura 10 – Relação Níveis de Maturidade x Capacidades



Fonte: Adaptado de SUCCAR e KASSEM (2016)

Resumidamente, o significado dos níveis de maturidade mencionados são (BIM THINKSPACE, 2009):

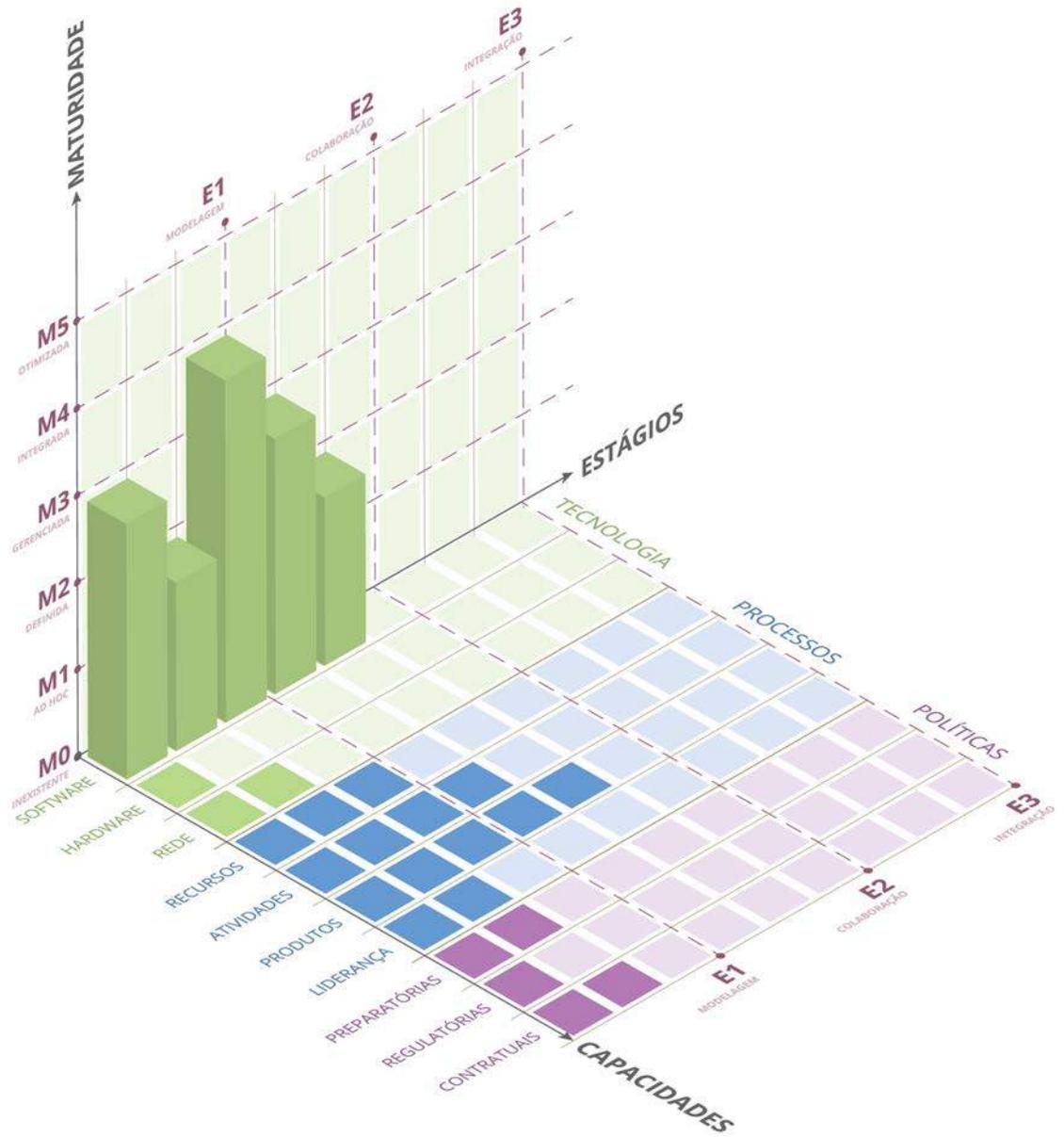
- *Inicial / Ad Hoc*: a capacidade é executada de modo espontâneo, sem orientação, gestão ou documentação, e sem referenciais de desempenho;
- *Definida*: existe documentação gerencial a respeito da capacidade, que pode ser consultada por diversos membros da organização. Não há um responsável específico para conduzir e medir resultados.

- *Gerenciada*: há um profissional responsável pelo planejamento e gestão da execução dos esforços relacionados à capacidade. Há um comprometimento organizacional, inclusive com alocação de recursos.
- *Integrada*: a capacidade é incorporada à estratégia geral da organização, sendo relacionada com outras capacidades para obtenção de resultados avançados em produtividade e qualidade.
- *Otimizada*: há um esforço para inovação e renovação da capacidade, levando a organização a um aprimoramento constante.

Níveis de maturidade diferentes podem ser necessários em capacidades diferentes, de acordo com a escala e mercado de atuação da organização.

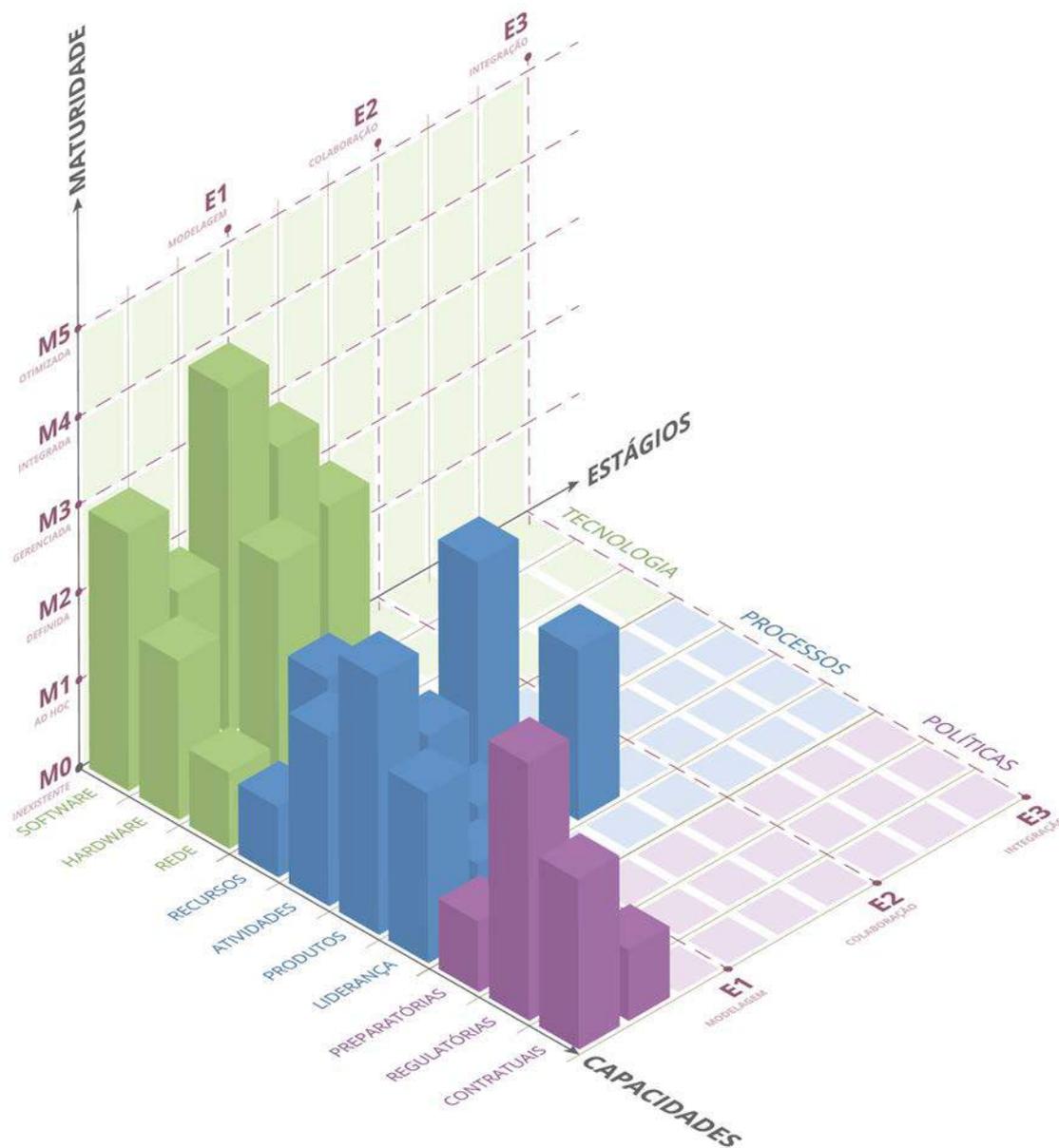
Combinando estas duas visualizações, pode-se criar um modelo tridimensional da maturidade BIM de uma organização (capacidades x maturidades x estágios), conforme demonstrado na Figura 11 e na Figura 12.

Figura 11 - Modelo Tridimensional de Maturidade BIM (Parcial)



Fonte: Autor, baseado em Succar et. al (SUCCAR, 2009; SUCCAR, SHER e WILLIAMS, 2012; SUCCAR e KASSEM, 2016)

Figura 12 - Modelo Tridimensional de Maturidade BIM



Fonte: Autor, baseado em Succar et. al (SUCCAR, 2009; SUCCAR, SHER e WILLIAMS, 2012; SUCCAR e KASSEM, 2016)

Eastman *et al.* (2011) recomendam algumas práticas para a adoção da BIM (ver item 4.7 da obra *BIM Handbook*). De modo geral, sugerem uma adoção gradual das ferramentas por meio de exercícios e projetos-pilotos, com foco em objetivos inicialmente simples, um número reduzido de ferramentas e métodos práticos de medir os resultados. Aos poucos, com aumento de conhecimento, a prática se expande para empreendimentos, objetivos, ferramentas e resultados mais complexos. É importante que, nesse processo, equipes multidisciplinares façam parte do esforço para explorar as diferentes capacidades da modelagem.

A aplicação destas recomendações será retomada no Capítulo 4.

2.4.2.2 Adoção da BIM no Nível do Empreendimento

O *Guia para Planejamento da Execução de Empreendimentos em BIM* da Universidade da Pensilvânia (COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2011) elabora uma estrutura prática para o processo de planejamento e aplicação da Modelagem de Informação da Construção em um empreendimento específico. Ele assume que as partes envolvidas (proprietários, projetistas, construtores e usuários) tenham (ou que desenvolvam a tempo), cada um em sua área, os conhecimentos necessários em Modelagem para a realização dos objetivos definidos.

Segundo o guia, são necessárias quatro etapas para a elaboração de um plano efetivo:

- a. Identificar objetivos e usos para a BIM
- b. Mapear o processo de execução do projeto em BIM
- c. Determinar formatos para as trocas de informações
- d. Definir a infraestrutura de implementação

Equipes multidisciplinares dos diversos agentes envolvidos, coordenadas pelo gerente do empreendimento, devem fazer parte deste processo de definições, que será posteriormente acompanhado por todos. Entretanto, é importante destacar que, sem compreensão do que é, para que serve e como utilizar os recursos da BIM, as partes interessadas pouco poderão contribuir com o planejamento. Assim, percebe-se que a SEF exercerá papel central na coordenação destes esforços num primeiro momento do processo de implantação como um todo. Conforme a modelagem e sua utilização forem se consolidando, as equipes poderão ser mais cooperativas para estas definições.

Não é possível definir, ainda, se a SEF conseguirá estabelecer uma uniformidade de usos para todos os empreendimentos que irá gerenciar para a Universidade. Isso dependerá da disponibilidade de recursos materiais e humanos dentro e fora do órgão, os quais este trabalho não tem meios para determinar. Entretanto, a busca por esse padrão, ou um padrão mínimo, poderá nortear a curva de evolução da adoção da BIM na Universidade. Conforme resultados forem sendo medidos, novos investimentos poderão ser justificados.

3 A SEF E A DETERMINAÇÃO DE USOS DA BIM EM EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS NA USP

Eleger uma nova ferramenta ou método de trabalho leva a questionar o propósito do próprio trabalho. Assim, o planejamento da modernização de um ambiente organizacional consolidado tem, ao menos, três etapas: 1) reavaliar os objetivos da empresa e sua perspectiva de futuro (missão e visão); 2) identificar se o modelo de funcionamento está alinhado com esses objetivos e perspectivas, revisando-o se necessário e 3) planejar e promover a modernização de modo a satisfazer 1 e 2, escolhendo ferramentas e metodologias adequadas.

3.1 REAVALIAÇÃO DOS OBJETIVOS

A SEF-USP surge com a extinção do FUNDUSP em 2002²⁹, herdando alguns de seus objetivos e adquirindo novos. Ao FUNDUSP competia, basicamente, a elaboração de Planos de Obras, assistir tecnicamente o Conselho Universitário e gerir recursos destinados às construções (SÃO PAULO (ESTADO), 1972), sendo que mais tarde lhe foi atribuída a função de elaborar Planos Diretores para os *campi* da Universidade (USP, 1990). Não foi encontrada lei ou resolução mais específica, nem o regimento próprio do FUNDUSP previsto no artigo 266 do Decreto Estadual 52.906 de 1972, que aprova o regimento da Universidade. Observa-se que, apesar de entre os objetivos indicados não estar a atividade específica de *projeto de edificações*, o órgão se desenvolveu com um número grande de servidores arquitetos, engenheiros e projetistas para suprir as necessidades relacionadas a desenvolvimento e fiscalização de empreendimentos.

Em 2002 foi publicada a resolução USP 4.946, que baixa o regimento da Coordenadoria do Espaço Físico (COESF), vigente até o momento. Assim como para o FUNDUSP, ficou estabelecido que a administração do órgão se submete a um conselho, agora responsável por definir políticas referentes ao desenvolvimento do espaço físico da Universidade, elaborar planos plurianuais de obras e orçamentos anuais, aprovar pareceres técnicos sobre solicitações de empreendimentos e monitorar o cumprimento das diretrizes por ele estabelecidas. Adicionalmente, foram definidas

²⁹ O *Fundo de Construção da Universidade de São Paulo* (FUNDUSP) é criado em 1972 pelo mesmo Decreto Estadual 52.906 que aprova o Regimento Geral da Universidade de São Paulo. Foi substituído pela *Coordenadoria do Espaço Físico* (COESF), cujo regimento foi estabelecido pela Resolução USP 4.946 de 2002. A nomenclatura *Superintendência do Espaço Físico* surge em 2012 na Resolução USP 6.061, mas o regimento permanece o mesmo da COESF.

as atribuições do Coordenador (atual Superintendente), das quais destaca-se (USP, 2002):

IV. supervisionar a realização de atividades operacionais a cargo da Coordenadoria especialmente: vistorias, consultas, estudos e estimativas de custo de obras, projetos e orçamentos, licitações, contratos e aditamentos, cadastros, perícias e avaliações, fiscalização das obras, elaboração das medições de serviços, liberação dos pagamentos às contratadas, termos de encerramento dos contratos;

Este inciso, do artigo 11 da referida norma, somado a pequenas revisões posteriores³⁰, define a parte do escopo da SEF (COESF) que será manejado por seu corpo técnico ou seus subcontratados, e que não pode ser desenvolvido pelas demais Unidades e Órgãos da Universidade. Sistematizando, tem-se como escopo definido à SEF:

- a. Assessoria técnica em urbanismo, arquitetura e engenharia;
- b. Planejamento direcional do espaço físico;
- c. Estudos de viabilidade espaciais e econômicos de empreendimentos;
- d. Levantamento dos programas de necessidades de empreendimentos;
- e. Projetos de urbanização, arquitetura e engenharias;
- f. Aprovações legais e obtenção de licenças de uso;
- g. Orçamentação de obras;
- h. Contratação e fiscalização de obras;
- i. Contratação e gestão de serviços relacionados a projetos e obras;
- j. Cadastro dos espaços livres e edificações;
- k. Vistorias, perícias e avaliações técnicas;
- l. Aprovação, controle e fiscalização do desenvolvimento físico-espacial da Universidade, quando promovido por outro órgão ou unidade.

Apesar destas definições, quase 80% dos funcionários entrevistados consideram que as atribuições da SEF não são bem definidas. Os outros 20% são enfáticos em

³⁰ Complementam as definições de atribuições da SEF a Resolução USP 5.493/2008 (que atribui ao órgão a responsabilidade pela elaboração de Planos Diretores de todos os Campi), portarias do Gabinete do Reitor (GR) 3.674/2006 (que delega o Superintendente como representante legal para aprovações de projetos em órgãos externos), 3.925/2008 (que define modalidades de interação entre SEF e Unidades, a fim de descentralizar a condução de empreendimentos, criando os “termos de compromisso”, atribuindo ao órgão a função de aprovar os projetos encaminhados pelas Unidades) e 3.988/2008 (que, entre outras disposições, permite à SEF vistoriar e embargar obras que não estejam sob sua responsabilidade).

dizer que “são bem definidas, mas não são compreendidas”. De qualquer forma, fica explícito que a força de trabalho do órgão tem dificuldades em identificar os limites de sua atuação e quando deveria transferir esforços.

Voltando à pergunta que origina esta primeira etapa: as atribuições até aqui indicadas devem continuar sendo desenvolvidas, de modo centralizado, por um órgão da Universidade?

Parece razoável que haja uma centralização do planejamento do desenvolvimento do espaço físico. Centralizar não significa excluir a participação de partes interessadas no processo de planejamento, mas garantir que os planos e suas informações sigam diretrizes coerentes para um crescimento organizado e sustentável. E isso ser desenvolvido pelo corpo técnico próprio (ainda que auxiliado por consultorias externas) contribui para que haja consistência ao longo do tempo e ao longo de diferentes gestões.

É necessário lembrar que ao corpo técnico cabe defender não só os interesses da gestão da Universidade, como por vezes se faz parecer, mas defender sobretudo os interesses da sociedade, principalmente pelo cumprimento das leis e normas relativas ao espaço urbano e às edificações. Isso também norteará a definição de atividades exclusivas ao corpo técnico da SEF que se busca.

Por outro lado, deve-se questionar como a centralização de responsabilidades acumuladas pelos técnicos pode dificultar o desenvolvimento de atividades e atrasos no atendimento a solicitações. Por exemplo, sendo os técnicos da SEF coautores de projetos contratados, recaí sobre eles a responsabilidade de responder a órgãos fiscalizadores (como Ministério Público, Corpo de Bombeiros, Vigilância Sanitária, Tribunais de Contas etc.) por problemas de projeto ou decorrentes destes. Raramente estes problemas são endereçados aos profissionais que desenvolveram os projetos³¹, ainda que Atribuições e Registros de Responsabilidade Técnicas estejam atreladas. Esta responsabilidade sobre o produto contratado, que caracteriza o contratante público como onisciente de todas as informações produzidas, não admite erros. Sob essa pressão, os técnicos se colocam na obrigação de serem, de fato, oniscientes das informações. Põem-se a revisar os produtos no limite de suas capacidades, desempenhando em duplicidade o papel de projetistas e coordenadores que contrataram. Sem alternativas a esta situação, é pouco provável que haja meios para desburocratizar o desenvolvimento de projetos.

³¹ Como ficou demonstrado nas entrevistas, nas quais cerca de 80% dos entrevistados atestam que as empresas contratadas para projetos raramente corrigem erros após a conclusão dos contratos.

Na direção de entender melhor estes limites de responsabilidade, foi proposto que os funcionários da SEF avaliassem o *grau de centralização necessário* nas tarefas relacionadas ao desenvolvimento de empreendimentos, segundo julgamento próprio, tentando identificar em que momentos, de fato, é imprescindível a atuação da SEF, e em que grau. Para tanto, apresentou-se o fluxograma do *Apêndice A.2.1*, sobre o qual os funcionários deveriam responder em cada tarefa o grau de centralização necessário, utilizando uma escala de 5 a 0 (ver explicações adiante). O *Apêndice A.2.2* demonstra graficamente o percentual que cada resposta obteve em cada tarefa.

A Tabela 3 resume a opinião dos funcionários da SEF a respeito da classificação das atividades aqui elencadas.

Tabela 3 – Mapeamento Numérico das Respostas dos Entrevistados Sobre o Fluxograma

Tarefa	Grau de Envolvimento da SEF					
	5	4	3	2	1	0
Planejamento						
Políticas de Des. Acadêmico	0%	0%	0%	21%	29%	50%
Políticas de Des. Econômico	0%	0%	4%	13%	46%	38%
Políticas de Des. do Espaço Físico	33%	4%	17%	0%	46%	0%
Planejamento Acadêmico	0%	0%	8%	17%	25%	50%
Planejamento Econômico	0%	4%	8%	21%	46%	21%
Planejamento Físico	38%	8%	13%	0%	38%	0%
Solicitação de Empreendimento	17%	0%	42%	4%	33%	4%
Avaliação						
Programação das Necessidades	21%	21%	33%	4%	21%	0%
Estudo de Viabilidade Física	29%	54%	17%	0%	0%	0%
Estudo de Viabilidade Econômica	13%	38%	21%	8%	21%	0%
Projeto						
Aprovação Legal de Projetos	4%	54%	33%	8%	0%	0%
Planejamento e Coordenação	50%	29%	21%	0%	0%	0%
Compatibilização / Verificação	21%	50%	29%	0%	0%	0%
Desenv.: Estudo Preliminar	46%	29%	25%	0%	0%	0%
Desenv.: Anteprojeto	17%	50%	29%	0%	4%	0%
Desenv.: Projeto Básico	8%	54%	38%	0%	0%	0%
Desenv.: Projeto Executivo	0%	67%	29%	4%	0%	0%
Desenv.: Projeto de Fabricação	0%	50%	42%	8%	0%	0%
Orçamentação	4%	54%	33%	0%	4%	0%
Construção						
Planejamento e Coordenação	42%	50%	8%	0%	0%	0%
Fiscalização	42%	58%	0%	0%	0%	0%
Construção	0%	42%	58%	0%	0%	0%
Revisão de Projetos	13%	75%	8%	4%	0%	0%
<i>As-Built</i>	0%	38%	58%	4%	0%	0%
Uso, Ocupação e Operação						
Avaliação de Uso e Ocupação	17%	21%	8%	29%	17%	8%
Zeladoria / Manutenção	0%	4%	8%	29%	4%	54%
Adequações e Reformas	0%	8%	46%	25%	4%	17%
Monitoramento de Usos	8%	4%	13%	42%	8%	25%
Cadastro e Arquivo	29%	46%	0%	21%	4%	0%
Avaliação das Condições Físicas	0%	58%	33%	8%	0%	0%
Demolição e Reciclagem						
Plano de Demolição	21%	46%	21%	0%	13%	0%
Demolição e Reciclagem	0%	42%	50%	4%	0%	4%

Legenda de graus de envolvimento SEF: 5: Desenvolvimento exclusivo, apenas por corpo técnico; 4: Desenvolvimento exclusivo, por corpo técnico ou contratação; 3: Desenvolvimento não-exclusivo, mediante aprovação; 2: Desenvolvimento não-exclusivo, mediante notificação; 1: Participação em grupos (GTs, Comissões, Conselhos etc.); 0: Nenhum envolvimento.

Fonte: Pesquisa do Autor

A escala oferecida aos entrevistados merece algumas explicações. Primeiramente, há a ideia que o grau de influência da SEF sobre as decisões do processo cai do nível 5 ao 0. Foi proposto organizar esta influência de modo linear, embora possa haver momentos em que a escala 1, dependendo do caso, varie conceitualmente de posição.

O grau 5 (*desenvolvimento exclusivo, apenas por corpo técnico*) é o grau máximo de centralização e decisão sobre o trabalho, e a SEF não poderia transferir a responsabilidade, nem a terceiros, nem às Unidades da USP. O grau 4 (*desenvolvimento exclusivo, por corpo técnico ou contratação*) flexibiliza um pouco essa situação. Embora o esforço de desenvolvimento esteja centralizado na SEF, a organização poderia optar por contratar os serviços relativos, assumindo um papel mais gerencial do que executivo. Deve-se observar que em ambos os casos não há impedimento da participação de agentes externos (outras partes interessadas), mas estes teriam papel de suporte e embasamento, e não de responsabilidade técnica.

O grau 3 (*desenvolvimento não-exclusivo, mediante aprovação*) deixaria com as Unidades solicitantes a responsabilidade direta sobre a tarefa, sua execução ou contratação. Entretanto, a SEF deveria, obrigatoriamente, fazer uma verificação de conformidade, de modo a certificar que as informações ou serviços produzidos estivessem adequadas ao previsto para o empreendimento ou à sua área de influência. O grau 2 (*desenvolvimento não-exclusivo, mediante notificação*) desobriga a SEF desta verificação, mas exige que a Unidade transmita as informações, de modo que possam ser arquivadas, recuperadas e/ou trabalhadas posteriormente pela SEF. Pode-se entender que estes dois graus não impedem que a Unidade solicitante, se entender-se incapaz de executar a atividade, peça auxílio à SEF. Entretanto, essas possibilidades mostram-se atrativas para as partes interessadas agilizarem tarefas.

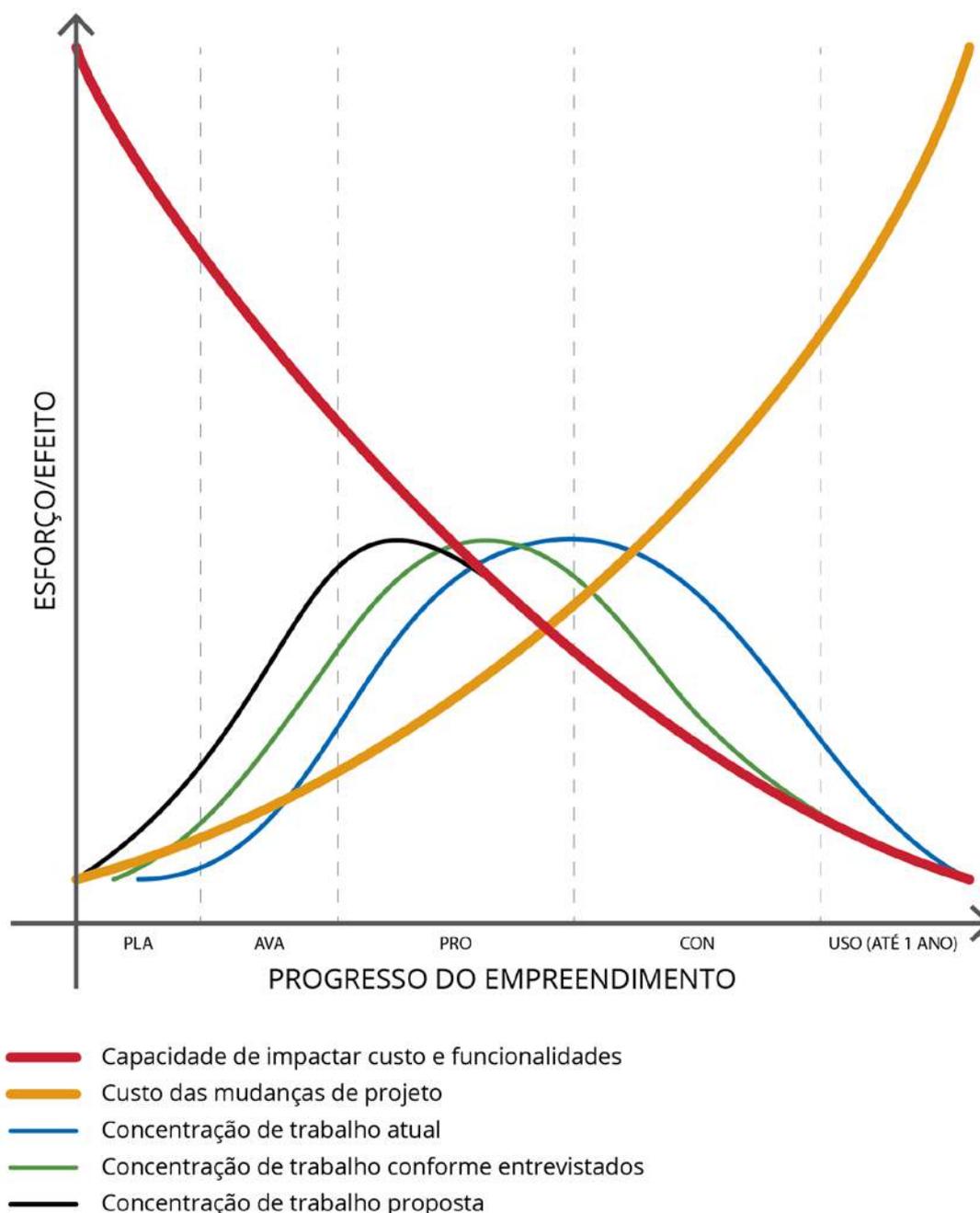
O grau 1 (*participação em grupos (GTs, Comissões, Conselhos etc.)*) coloca a SEF como membro consultivo em instâncias de decisão. O poder de influência nesses casos é muito incerto, e pode variar com a seriedade com que se considera o lado técnico das questões discutidas, ou o quanto a parte relativa à construção civil é preponderante no tema. Portanto, o quanto a SEF influencia as decisões neste grau pode fluir (muito). Por fim, o grau 0 (nenhum envolvimento), deixa a SEF completamente de fora da tarefa, e o produto resultante também não interessa ao órgão.

Para finalizar a redefinição dos objetivos da SEF, olha-se para esse ponto da pesquisa e percebe-se que os entrevistados, em sua maioria, enxergam uma atuação

preponderante da SEF na gestão das tarefas ligadas a projeto e obra e menor influência nas fases de planejamento, avaliação e uso. Mas, uma vez que se trata de um órgão central de natureza estratégica de estrutura enxuta, a SEF deveria se concentrar sobretudo nas atividades de planejamento e avaliação, de modo a aumentar a qualidade das informações geradas nas fases mais decisivas dos empreendimentos, e deixando mais “soltas” as fases executivas. Isso faz sentido ao se lembrar da curva proposta por MacLeamy (CONSTRUCTION USERS ROUNDTABLE, 2004), vista na seção 2.2.2.2.

Trazendo esta lógica para o caso em questão, o que se propõe é que a SEF aja de modo semelhante, concentrando maiores esforços nas fases iniciais e menos nas fases mais adiantadas. Mas, como a SEF também lida com suporte e fiscalização de obras, a curva preferida proposta é mais aproximada à curva de *capacidade de impactar custo e funcionalidades* do que a original (preservando, contudo, a intenção de não a ultrapassar), como ilustrado na Figura 13.

Figura 13 - Curvas de Centralização de Tarefas



PLA: Planejamento; **AVA:** Avaliação; **PRO:** Projeto; **CON:** Construção; **USO:** Uso e Operação

Fonte: Autor, baseado em MacLeamy (CONSTRUCTION USERS ROUNDTABLE, 2004)

Desta forma, propõe-se que a concentração de tarefas no fluxo do empreendimento seja aquela apresentada no *Apêndice A.2.3*.

A Tabela 4 mapeia as diferenças entre esta proposta e a opção mais escolhida pelos entrevistados.

Tabela 4 – Proposta de Concentração de Tarefas no Fluxograma

Tarefa	Grau de Envolvimento da SEF					
	5	4	3	2	1	0
Planejamento						
Políticas de Des. Acadêmico						E
Políticas de Des. Econômico					E	
Políticas de Des. do Espaço Físico					E	
Planejamento Acadêmico						E
Planejamento Econômico					E	
Planejamento Físico	E				E	
Solicitação de Empreendimento			E			
Avaliação						
Programação das Necessidades			E			
Estudo de Viabilidade Física		E				
Estudo de Viabilidade Econômica		E				
Projeto						
Aprovação Legal de Projetos		E				
Planejamento e Coordenação	E					
Compatibilização / Verificação		E				
Desenv.: Estudo Preliminar	E					
Desenv.: Anteprojeto		E				
Desenv.: Projeto Básico		E				
Desenv.: Projeto Executivo		E				
Desenv.: Projeto de Fabricação		E				
Orçamentação		E				
Construção						
Planejamento e Coordenação		E				
Fiscalização		E				
Construção			E			
Revisão de Projetos		E				
<i>As-Built</i>			E			
Uso, Ocupação e Operação						
Avaliação de Uso e Ocupação				E		
Zeladoria / Manutenção						E
Adequações e Reformas			E			
Monitoramento de Usos				E		
Cadastro e Arquivo		E				
Avaliação das Condições Físicas		E				
Demolição e Reciclagem						
Plano de Demolição		E				
Demolição e Reciclagem			E			

Legenda de Graus de Envolvimento SEF: 5: Desenvolvimento exclusivo, apenas por corpo técnico; 4: Desenvolvimento exclusivo, por corpo técnico ou contratação; 3: Desenvolvimento não-exclusivo, mediante aprovação; 2: Desenvolvimento não-exclusivo, mediante notificação; 1: Participação em grupos (GTs, Comissões, Conselhos etc.); 0: Nenhum envolvimento. A letra "E" indica a opção mais votada pelos entrevistados.

Fonte: Autor

Com base no exposto, propõe-se que sejam revisadas as atribuições da SEF conforme redação a seguir:

- a. Estabelecer *políticas de desenvolvimento espacial* organizado e sustentável;
- b. *Planejamento direcional* do espaço físico da Universidade e de suas Unidades e Órgãos;
- c. Definir, com base nas demandas de Unidades e Órgãos solicitantes, o *Programa de Necessidades* dos empreendimentos a realizar;
- d. Realizar os *estudos de viabilidade física* dos empreendimentos, a fim de garantir que estes estejam em acordo com as políticas, planos e programas estabelecidos e em harmonia com as áreas envoltórias;
- e. Realizar ou contratar e gerenciar *estudos de viabilidade econômica* dos empreendimentos, de modo a ajustar as demandas aos recursos financeiros disponíveis ou solicitar a revisão destes, quando possível;
- f. Realizar ou contratar e gerenciar o *estudo preliminar* dos empreendimentos, aprovando-o junto à Unidade ou Órgão solicitante, de modo que estas possam, a partir deste estudo e das diretrizes nele definidas, encaminhar e gerenciar o desenvolvimento do projeto executivo completo necessário à licitação das obras;
- g. *Orientar* Unidades e Órgãos da Universidade na contratação e desenvolvimento de serviços relacionados ao desenvolvimento do espaço físico e de edificações (projetos, obras e avaliações), sobretudo o cumprimento aos planos diretores e às leis e normas aplicáveis;
- h. *Aprovar*, em acordo com políticas e planos estabelecidos, os serviços relacionados ao espaço físico e edificações contratados por Unidades e Órgãos da Universidade;
- i. *Fiscalizar* ou contratar e gerenciar a fiscalização de obras no âmbito da Universidade;
- j. Verificação, produção e organização de *informações cadastrais* dos campi e edificações, a fim de prover dados úteis à gestão da Universidade, Órgãos e Unidades;
- k. *Assessoria técnica* sobre temas de urbanismo, arquitetura e engenharia.
- l. *Arquivamento e disponibilização de informações* e documentos relacionadas aos espaços e edificações da Universidade e de seus processos de desenvolvimento;
- m. Licitar, contratar, gerenciar e fiscalizar serviços que auxiliem no desenvolvimento de suas atividades exclusivas;

3.2 REAVALIAÇÃO DO MODELO DE FUNCIONAMENTO

3.2.1 Modelo Burocrático e Modelo Gerencial

Embora haja entre os funcionários um entendimento de que, dentro das possibilidades e limitações, a SEF entrega serviços com a qualidade esperada (70,8% dos

entrevistados), há também consenso que não se consegue entregá-los nos prazos adequados para o andamento dos empreendimentos (83,3% dos entrevistados). Tenta-se, nesta pesquisa, descobrir as possíveis causas desta dificuldade.

Primeiramente, cerca de 70% acreditam que o modelo de trabalho é inadequado às atribuições do órgão, e mais de 90% enxergam que o número de funcionários é insuficiente para atender as demandas.

O primeiro número indica não só uma percepção de que há problemas de gestão, mas também um descontentamento com o desempenho do órgão – que é avaliado negativamente pelo restante da Universidade. Os funcionários percebem que há falhas de organização em procedimentos que atrapalham a entrega de melhores resultados em prazos mais adequados. Seria um caso de inércia de um modelo de trabalho de tempos passados, quando havia mais funcionários e menos demandas, se arrastando para o presente? Será que os esforços pontuais de modernização são suficientes para romper esta inércia?

O segundo número, que reflete a escassez de recursos humanos, precisa ser avaliado em algumas dimensões: primeiramente, nas diversas situações dentro do órgão; segundo, pelo atual momento de contenção de gastos que permeia todo o setor público brasileiro.

Fazendo uma análise interna, percebe-se que há uma desigualdade demográfica por área técnica. O número de engenheiros de projeto (8) é muito menor que o de arquitetos (10). Quando se leva em consideração a divisão por disciplinas a diferença aumenta ainda mais (ver Tabela 5). O setor mais complicado é o de cálculo estrutural, que não conta com profissional concursado, dependendo de contratações em cargos comissionados³². Embora o número de arquitetos seja maior, essa é a função mais requisitada no órgão, pois é a “porta de entrada” de todas as análises de solicitações. Trazendo o contexto externo, com o atual cenário de contenção de gastos e restrições a contratações, não se pode acreditar que haverá uma mudança significativa nessa situação em médio ou longo prazo.

³² O último concurso para vagas de engenheiros civis para estruturas teve um único aprovado, que não demonstrou interesse pela vaga. Funcionários da SEF acreditam que este desinteresse se deve à baixa atratividade da remuneração para esta carreira.

Tabela 5 - Número de Funcionários por Funções Técnicas e Administrativas Ligadas ao Desenvolvimento de Serviços (Abril de 2018)

Função	Funcionários (Nível Superior)	Funcionários (Nível Técnico)
Arquitetura	10	1
Engenharia Civil (Estruturas)	2	0
Engenharia Civil (Hidráulica)	2	0
Engenharia Elétrica	2	0
Engenharia Mecânica	2	0
Fiscalização de Obras	1	5
Orçamentação	3	0
Licitações	2	1
Contratos	1	0

Observação: estão excluídos da tabela funcionários em cargos de chefia
 Fonte: Levantamento do Autor

Se o déficit de funcionários é um dado que não se pode trabalhar, a princípio, resta rever o modelo de funcionamento, com base nos objetivos definidos para o órgão no tópico anterior, tentando extrair o melhor desempenho possível por indivíduo.

Como visto anteriormente, hoje a SEF atua de duas maneiras em relação aos trabalhos que lhe cabe desenvolver: *burocraticamente*, como executora dos serviços, e *gerencialmente*, como contratante dos serviços.

Segundo Bresser-Pereira (1996; 2010), a tendência do estado contemporâneo é a migração de um modelo burocrático, típico da pré-globalização do início do século XX, para o modelo gerencial. Em seu texto, o autor se refere ao Estado nacional, caso muito mais amplo que o deste trabalho, mas cabe fazer comparações e questionar se os pontos levantados sobre a eficiência dos modelos não interessam aqui. Pereira analisa que a administração pública burocrática foi uma solução desenvolvida para pequenos Estados liberais com pouquíssimas atribuições. Com a evolução para o Estado social e econômico com uma grande gama de responsabilidades, esse modelo apresentou-se grande, lento e caro. O modelo gerencial não é, contudo, a eliminação do Estado, mas uma forma em que o governo está mais preocupado com a entrega do serviço do que com sua execução. Assim define o autor (1996, p. 6):

Aos poucos foram-se delineando os contornos da nova administração pública: (1) descentralização do ponto de vista político,

transferindo recursos e atribuições para os níveis políticos regionais e locais; (2) descentralização administrativa, através da delegação de autoridade para os administradores públicos transformados em gerentes crescentemente autônomos; (3) organizações com poucos níveis hierárquicos ao invés de piramidal, (4) pressuposto da confiança limitada e não da desconfiança total; (5) controle por resultados, a posteriori, ao invés do controle rígido, passo a passo, dos processos administrativos; e (6) administração voltada para o atendimento do cidadão, ao invés de auto-referida.

Analisando o desempenho da SEF hoje (pelos resultados do *Plano de Obras Plurianual*³³, por exemplo), pode se concluir que, apesar da dedicação dos funcionários à qualidade dos trabalhos, há um descompasso em relação à crescente demanda da Universidade e o que se consegue atender. Isso pode ser relacionado à estrutura do órgão e ao modelo de funcionamento atuais. Portanto, há de se considerar se essa mudança de paradigma operacional não é oportuna.

Para que se caminhe nesta direção, é necessário lidar com a centralização de responsabilidades que foi questionada anteriormente. Em um modelo de trabalho gerencial as responsabilidades dos técnicos da Universidade (não só da SEF) deveriam recair muito mais sobre a adequada contratação e gestão de contratos do que sobre os produtos, cujas responsabilidades deveriam incidir, indissociavelmente, sobre os responsáveis técnicos contratados. Mas, essa questão demanda observações específicas no campo jurídico que regulamenta as ações e responsabilidades dos agentes públicos envolvidos³⁴. Contudo, admitindo que tais soluções possam suceder, imagina-se que a vazão de resultados seja maior neste modelo gerencial.

³³ O Plano de Metas apresentado pela Reitoria da Universidade em 2015 (USP, 2015) contém, em seu anexo 2, todas as obras planejadas para a SEF na gestão 2014-2018 (95, naquele momento). Esse plano de obras filtrava as demandas da Universidade por prioridades estabelecidas pelas Unidades. Em 2017, conforme o Relatório de Gestão da SEF (SEF, 2017), esse número havia subido para 488, das quais 173 haviam sido concluídas.

³⁴ A lei 8.666 de 1993, que regulamenta as licitações e contratos da administração pública, estabelece: Art. 67. A execução do contrato deverá ser acompanhada e fiscalizada por um representante da Administração especialmente designado, *permitida a contratação de terceiros para assisti-lo e subsidiá-lo de informações pertinentes a essa atribuição.* (Grifo nosso)
Art. 73, Par. 2º. O recebimento provisório ou definitivo *não exclui a responsabilidade civil* pela solidez e segurança da obra ou do serviço, nem ético-profissional pela perfeita execução do contrato, dentro dos limites estabelecidos pela lei ou pelo contrato. (Grifo nosso)

Neste momento é necessário fazer uma rápida consideração a respeito das atividades não-exclusivas à SEF. Estas são aquelas atividades que outras Unidades e Órgãos deveriam preferencialmente contratar ou desenvolver independentemente, devendo ser acompanhadas pela SEF e dependendo de aprovação conforme o caso. Portanto, são atividades que a SEF deveria *evitar* desenvolver neste modelo, a fim de reduzir a centralização e o tempo que ela acarreta.

Para isto é imprescindível a existência da figura do Gerente de Edificações (*Facilities Manager*) em cada Unidade, um profissional capacitado para monitorar os usos e o funcionamento das dependências das edificações, além de gerenciar equipes e contratos de tarefas não-exclusivas à SEF. Como observado na seção 2.2.2.1, não existe a função “Gestor de Edificações” na Universidade de São Paulo (USP, 2017a). Normalmente essa função é improvisada por funcionários de áreas administrativas ou, mais raramente, pelo que se denomina “engenheiro (ou arquiteto) da Unidade”, ainda que os cargos ocupados por estes não estejam necessariamente ligados às carreiras de arquitetura ou engenharia (isto é, são funcionários com formação em arquitetura e engenharia, mas ocupando cargos da carreira administrativa).

Vale observar que alguma descentralização que foi experimentada com os “Termos de Compromisso” estabelecidos pela Portaria GR nº 3.925 de 2008 (USP, 2008), que fixava quais as atividades de projeto e obra as Unidades poderiam desenvolver mediante a aprovação da SEF e quais poderiam ser feitas independentemente. A SEF tem registro de 582 Termos emitidos entre 2006 e 2015³⁵. Esse mecanismo é relativizado pelos funcionários gestores da SEF sobretudo pela falta de pessoal técnico competente nas Unidades para gerenciar as atividades necessárias – o Gerente de Edificações mencionado. Assim, mais que a SEF, a Universidade necessita enxergar essa carência das Unidades para que os processos se tornem mais ágeis.

A partir do momento que é dada maior ênfase às fases de planejamento, avaliações, estudos iniciais e diretrizes, as empresas contratadas para desenvolvimento de projetos e obras têm mais bem definido o escopo do trabalho a executar. Caberia à parte técnica da SEF verificar se está sendo cumprido o plano (e se não, por quais justificativas) e observações em pontos específicos de maior abrangência e significância, em vez de uma revisão detalhe a detalhe dos serviços prestados. O sucesso

³⁵ A emissão dos termos pela SEF é anterior à Portaria mencionada. Há uma média de 100 termos emitidos por ano entre 2006 e 2011, quando a Superintendência suspendeu a emissão dos Termos no campus da capital. Os escritórios regionais da SEF no interior, hoje extintos, emitiram Termos até 2015. Não há uma portaria que revogue a prática.

desse modelo depende desta objetividade. Assim, busca-se delimitar a responsabilidade técnica dos agentes envolvidos em duas partes: a primeira, sobre as soluções gerais, atribuída à SEF, e a segunda, do desenvolvimento e detalhamento, atribuída às prestadoras de serviços.

4 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO

4.1 OBJETIVOS E USOS BIM NA SEF E EM EMPREENDIMENTOS DA USP

A introdução de novas ferramentas, processos e conhecimentos tem o objetivo principal de melhorar resultados de produtividade obtidos em relação aos seus predecessores. A BIM traz um alto grau de informatização ao processo de produção de edificações para que se possa obter vantagens como redução de retrabalho, melhor controle de qualidade de projeto e obra, redução de prazos e custos, informatização de processos construtivos, otimização de recursos de operação etc. O alcance dessas metas estará relacionado à “maturidade BIM” da SEF e aos “usos BIM” estabelecidos para os empreendimentos, conforme visto na revisão bibliográfica, seção 2.4.2.

O Apêndice A.3 apresenta a matriz de *Estágios de Maturidade BIM x Conjuntos de Capacidades* pretendida neste trabalho. Como visto anteriormente, esta matriz serve como guia-resumo do plano de implantação, indicando quais capacidades devem ser desenvolvidas ao longo do tempo, e em ordem, nos 10 conjuntos identificadas por Succar (2009) e Succar, Sher e Williams (2012). O alcance de um nível mínimo de maturidade em uma determinada capacidade é pré-requisito para o início de desenvolvimento das seguintes. Quando um determinado conjunto de capacidades é desenvolvido o suficiente, entende-se que a organização progride em sua maturidade BIM (indo do estágio E0, *pré-BIM*, até o estágio E3, *integração em rede*). As capacidades indicadas na matriz estão reproduzidas nas seções a seguir, agrupadas de acordo com o estágio de Maturidade BIM a que correspondem.

Espera-se que a capacidade de desempenhar as atividades relacionadas à Modelagem cresça na SEF ao longo do tempo. Portanto, a proposta que segue prevê três períodos para implantação e avaliação. Pretende-se que estes períodos coincidam com os estágios de maturidade BIM propostos por Succar, Sher e Williams (2012), sendo que a cada estágio foram relacionados usos BIM conforme entendidos no *BIM Project Execution Planning Guide* (COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2011). Espera-se que o avanço gradual, com a medição de resultados, estimule o aprofundamento de usos dos Modelos e justifique novos investimentos.

4.1.1 **Período Inicial: do Estágio 0 (Pré-BIM) ao Estágio 1 (Modelagem em Nível de Objeto)**

O estágio inicial buscará introduzir os aspectos mais básicos da modelagem (entre ferramentas, processos e políticas) sobretudo no âmbito da SEF. É importante consolidar o processo de implantação, apoiando-o em estratégias de comunicação e liderança, de modo a evitar desvios e retrocessos.

- Capacidades necessárias:
 - Tecnologia > Software > 01: Adoção de soluções para modelagem paramétrica para uso em projeto;
 - Tecnologia > Software > 02: Adoção de soluções para quantificação e orçamentação;
 - Tecnologia > Hardware > 01: Aquisição de equipamentos individuais necessários para os diferentes níveis operacionais;
 - Tecnologia > Rede > 01: Avaliação e reconfiguração do ambiente de rede preexistente;
 - Processos > Recursos > 01: Criação de um ambiente virtual para consolidação e difusão de conhecimento interno;
 - Processos > Recursos > 02: Definição de práticas para a gestão de informações de modelos;
 - Processos > Recursos > 03: Definição de boas práticas para a produção de conteúdo personalizado (famílias, padrões, parâmetros etc.);
 - Processos > Recursos > 04: Promoção de seminários para discussão de boas práticas em BIM;
 - Processos > Atividades > 01: Definição de fluxos de processos padrão para modelagem por equipe interna, para uso em projeto;
 - Processos > Atividades > 02: Definição de fluxo de interação entre SEF e Unidades para a validação do projeto;
 - Processos > Produtos > 01: Definição de matriz de nível de desenvolvimento (*ND*, ou *LOD* na sigla em inglês) dos objetos do modelo, por fase de empreendimento;

- Processos > Liderança > 01: Definição de um gestor responsável e independente para a implantação e integração da BIM³⁶;
 - Processos > Liderança > 02: Definição de métricas para avaliação de desempenho (prazo, custo, qualidade);
 - Processos > Liderança > 03: Definição de um grupo de trabalho responsável por projetos piloto;
 - Processos > Liderança > 04: Definição de recursos necessários e monitoramento de seus usos;
 - Políticas > Preparatórias > 01: Seminários de difusão sobre BIM para a SEF;
 - Políticas > Preparatórias > 02: Programação de despesas relacionadas;
 - Políticas > Preparatórias > 03: Contratação de consultorias especializadas;
 - Políticas > Preparatórias > 04: Treinamento de equipes para atuação em projeto;
 - Políticas > Preparatórias > 05: Treinamento para quantificação e orçamentação;
 - Políticas > Preparatórias > 06: Definições de padrões e conjuntos de famílias mínimos;
 - Políticas > Regulatórias > 01: Definições básicas de padrões de nomenclatura e estrutura de armazenamento de arquivos;
 - Políticas > Regulatórias > 02: Definir método para avaliação da qualidade dos serviços realizados internamente;
 - Políticas > Contratuais > 01: Definição de critérios para seleção de pessoal interno (no que se refere a competências profissionais relacionadas à modelagem)
- Usos da BIM pretendidos ao final do período:
 - Modelagem de Condições Existentes
 - Programa de Necessidades
 - Validação do Projeto
 - Projeto
 - Estimativa e Planejamento de Custos
 - Marcos para a consolidação do período:

³⁶ A função central deste gestor dedicado é garantir a implantação do plano como um todo, providenciando e alocando recursos conforme as necessidades. Este gerente poderá ser também (mas não obrigatoriamente) o *System Integrator* (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011), profissional responsável por definir e providenciar padrões de trabalho, padrões de trocas de dados e recursos BIM (como *templates* e bibliotecas).

- Alocação de recursos humanos e físicos específicos para a finalidade
- Conclusão de projetos-piloto

4.1.2 **Período Intermediário: do Estágio 1 (Modelagem em Nível de Objeto) ao Estágio 2 (Colaboração Baseada no Modelo)**

Esta segunda fase visa avançar na complexidade de ferramentas adotadas e de produtos desenvolvidos, integrando equipes de projeto por meio do modelo do empreendimento. Também procurará aproximar os agentes responsáveis pela fiscalização de obras ao ambiente da modelagem, e dar os primeiros passos para a interação entre a SEF e empresas prestadoras de serviço.

- Capacidades necessárias:
 - Tecnologia > Software > 03: Adoção de soluções para Coordenação 3D;
 - Tecnologia > Software > 04: Adoção de soluções para colaboração simultânea;
 - Tecnologia > Software > 05: Adoção de soluções para planejamento de obras (4D);
 - Tecnologia > Software > 06: Adoção de soluções para análise energética;
 - Tecnologia > Software > 07: Adoção de soluções para análise estrutural;
 - Tecnologia > Software > 08: Adoção de soluções para validação de regras (*code checking*);
 - Tecnologia > Hardware > 02: Estruturação de uma Sala BIM com equipamentos para videoconferência³⁷;
 - Tecnologia > Hardware > 03: Aquisição de equipamentos para trabalho de campo;
 - Tecnologia > Rede > 02: Adoção de soluções de armazenamento e colaboração simultânea em nuvem;
 - Processos > Recursos > 05: Criação de um ambiente Wiki para consolidação e difusão de conhecimento;
 - Processos > Recursos > 06: Definição de uma plataforma para gestão de informações (vinculada ao sistema Acrópole);
 - Processos > Recursos > 07: Definição de práticas para a gestão de informações de modelos durante a prestação de serviços por terceiros;

³⁷ A sala BIM pode auxiliar na imersão de equipes no desenvolvimento de um projeto, enfatizando a interação entre os membros da equipe para a resolução de problemas e segurando o foco dos profissionais por um determinado período. Também abre a possibilidade de trazer para o ambiente da SEF os profissionais terceirizados para que colaborem em momentos chave.

- Processos > Atividades > 03: Definição de fluxos para trocas de informações entre diferentes disciplinas;
- Processos > Atividades > 04: Definição de fluxo para manipulação de modelos na fiscalização de obras;
- Processos > Atividades > 05: Definição de fluxos de processos padrão para modelagem por empresas contratadas, para uso em projeto;
- Processos > Produtos > 02: Definição de entregáveis para utilização em projeto;
- Processos > Produtos > 03: Definição de entregáveis para utilização em fiscalização de obras;
- Processos > Liderança > 05: Definição de responsabilidades sobre a gestão de empreendimentos através de modelos (*BIM Managers*)³⁸;
- Processos > Liderança > 06: Elaboração de matrizes de responsabilidades e comunicação dos empreendimentos;
- Processos > Liderança > 07: Aprimoramento de métricas de desempenho (solicitações para modificações, solicitações por informações, retrabalhos por erros e omissões);
- Políticas > Preparatórias > 07: Treinamento de equipes para atuação em fiscalização de obras;
- Políticas > Preparatórias > 08: Treinamento para interoperabilidade entre plataformas;
- Políticas > Regulatórias > 03: Definição de padrões para interoperabilidade;
- Políticas > Regulatórias > 04: Definições de padrões para modelagem colaborativa;
- Políticas > Regulatórias > 05: Definição de método para avaliação de maturidade BIM de empresas contratadas;
- Políticas > Regulatórias > 06: Definição de métodos de avaliação de serviços prestados por terceiros;
- Políticas > Regulatórias > 07: Definição de um método de classificação de prestadores de serviços;

³⁸ Gerentes BIM são, na verdade, a evolução dos gerentes de projetos que se apropriam do ferramental disponível para a modelagem. Além das funções tradicionais, estes gerentes também serão responsáveis pela determinação das características e pela integridade do modelo, bem como as formas de acesso a este pelos colaboradores. O controle sobre a progressão do modelo cabe a este profissional.

- Políticas > Contratuais > 02: Definição de um modelo contratual que favoreça a adoção da BIM por empresas terceirizadas;
- Usos da BIM pretendidos ao final do período (além do citado anteriormente):
 - Coordenação 3D
 - Planejamento de Fases
 - Validação de Regras
 - Planejamento e Controle 3D (Obra)
 - Planejamento do Canteiro de Obras
- Marcos para a consolidação do período:
 - Conclusão de projeto desenvolvido por empresa externa, gerenciado pela SEF
 - Utilização de modelos para fiscalização da obra

4.1.3 Período Avançado: do Estágio 2 (Colaboração Baseada no Modelo) ao Estágio 3 (Integração em Rede)

A conclusão do processo de implantação da BIM na SEF depende da integração total dos agentes envolvidos na produção e gestão de empreendimentos na USP via BIM, desde as fases de planejamento até a operação.

- Capacidades necessárias:
 - Tecnologia > Software > 09: Adoção de soluções para gestão de edificações;
 - Tecnologia > Software > 10: Adoção de soluções para estudos de viabilidade parametrizados;
 - Tecnologia > Software > 11: Adoção de soluções para análises complementares;
 - Tecnologia > Software > 12: Adoção de soluções para gerenciamento de modelos georreferenciados;
 - Tecnologia > Hardware > 04: Aprimoramento da infraestrutura de servidores;
 - Tecnologia > Hardware > 05: Aquisição de equipamentos para atender às necessidades dos gestores de edificações;
 - Tecnologia > Hardware > 06: Aquisição de equipamentos para facilitar a validação do projeto e manipulação do modelo (VR, por exemplo);
 - Tecnologia > Rede > 03: Adoção de solução para repositório BIM / BIM server;

- Processos > Recursos > 08: Produção de conhecimento em nível acadêmico sobre a utilização da BIM no âmbito da Universidade;
- Processos > Atividades > 07: Definição de fluxo colaborativo entre SEF e Unidades da USP;
- Processos > Atividades > 08: Definição de um fluxo de processo para gestão de modelos pós-entrega;
- Processos > Atividades > 09: Definição de fluxos para disponibilização e utilização pública das informações dos modelos;
- Processos > Produtos > 04: Definição de entregáveis para utilização em produção de obras;
- Processos > Produtos > 05: Definição de entregáveis para utilização em fabricação digital;
- Processos > Produtos > 06: Definição de entregáveis para gestão de edificações;
- Processos > Liderança > 08: Definição de gestores de edificações nas Unidades da USP;
- Processos > Liderança > 09: Definição de um gestor responsável e independente para a gestão de bancos de dados de BIM em integração GIS;
- Políticas > Preparatórias > 09: Treinamento para utilização de repositórios BIM;
- Políticas > Preparatórias > 10: Seminários de difusão para funcionários USP (sobretudo os gestores de edificações);
- Políticas > Preparatórias > 11: Treinamento de equipes para gestão de edificações;
- Políticas > Preparatórias > 12: Treinamento para gestão do modelo de empreendimentos entregues (*record modelling*);
- Políticas > Preparatórias > 13: Treinamento para estudos de viabilidade paramétricos;
- Políticas > Regulatórias > 08: Definir método para manipulação e atualização de modelos em fase de obras;
- Políticas > Regulatórias > 09: Definir método para manipulação e atualização de modelos em ambiente integrado USP (pós-entrega);

- Políticas > Contratuais > 03: Definição de um modelo contratual que obrigue a adoção da BIM por empresas terceirizadas;
- Usos da BIM pretendidos ao final do período (além do citado anteriormente):
 - Análise de Terrenos
 - Análises e Simulações
 - Projeto de Sistemas Construtivos
 - Fabricação Digital
 - Atualização do Modelo / Cadastro
 - Gestão e Rastreamento de Espaços
 - Auxílio em Desastres
 - Gestão de Ativos
 - Análises de Sistemas da Edificação
 - Manutenção Programada
- Marcos para a consolidação do período
 - Entrega de um empreendimento desenvolvido desde o plano até a entrega por BIM, seguido de procedimentos para operação também em BIM
 - Estabelecimento de um serviço georreferenciado, alimentado com modelos BIM, para gestão de informações dos *campi* USP.

4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO

4.2.1 Etapa 1: Estabelecendo o Compromisso

Como visto na seção 2.4, é necessário obter um alto grau de comprometimento de algumas pessoas chave dentro da SEF para que o plano de implantação seja bem-sucedido. Isto é, o “patrocínio” de pessoas em cargos gerenciais é um pré-requisito para que haja comprometimento em nível corporativo, não dependendo apenas de *campeões BIM* para que haja algum progresso. Entretanto, o empenho necessário pelas bases não pode ser ignorado. Como visto, sua participação é igualmente fundamental para que haja progresso. Assim, a partir do “dia um” deste esforço de implantação, a criação do “senso de urgência” deve se basear na comunicação direcionada a todas as esferas da organização, cada qual com mensagens específicas ao seu público-alvo.

A pesquisa de campo realizada (ver *Apêndice A.1*) fornece algumas pistas de como os funcionários da SEF, de diversos níveis, enxergam os potenciais benefícios da

BIM. Isso pode ser usado para o direcionamento da comunicação, dando primeiramente ênfase às vantagens reconhecidas, com posterior direcionamento às vantagens desconhecidas. A pesquisa também demonstra como os funcionários enxergam a atuação de seus colegas em diferentes posições (de operação ou gestão), e isso deve ser utilizado para que a comunicação estabeleça o “chão comum” para todos, reafirmando a BIM como um conjunto de soluções e processos válidos e benéficos a todos.

Um exemplo prático seria observar, conforme o questionamento a respeito de *fatores influenciadores* (seção A.1.3, questão 5), que há uma percepção de que projetistas seriam muito favoráveis à implantação da BIM (70,8% dos entrevistados), ao mesmo tempo que a dificuldade de aprendizado de novos softwares e cultura organizacional (58,3% e 70,8% respectivamente) seriam fatores desfavoráveis. Assim, é importante capitalizar esta boa predisposição da equipe para superar eventuais adversidades, sobretudo renovar a ideia de que cada um é responsável por uma boa cultura organizacional, demonstrando em quais situações a BIM pode contribuir.

Uma vez que haja entendimento a respeito dos benefícios que a BIM pode trazer ao trabalho na SEF, deve ocorrer uma segunda etapa de esclarecimentos: o processo de implantação é complexo, e necessita de gestão própria. Este trabalho já demonstrou a quantidade de ações necessárias à plena implantação da BIM, e o quanto cada uma destas ações demandará de atenção e esforços. Será imprescindível a compreensão de que se trata de um empreendimento (*project*) próprio, demandando, portanto, de um plano, gerente responsável, equipe de execução e recursos. Será importante combater ideias que direcionem para “soluções parciais” que evitem essa estruturação do trabalho, pois certamente levarão a resultados incompletos, excesso de erros e falta de meios para correção e progressão dos objetivos. É fundamental, também, que a alta gerência da SEF assuma o compromisso de implantação, mantendo o alinhamento entre equipes de implantação da BIM e de produção de empreendimentos.

4.2.2 Etapa 2: Em Busca de Resultados

Uma vez estabelecidos o senso comum sobre a importância de evoluir para a BIM e os responsáveis pelo processo de implantação, iniciar-se-á um processo de avalia-

ção de recursos necessários para o desenvolvimento de cada capacidade BIM elencada na seção 4.1³⁹. Custos de equipamentos e *softwares*, custo e tempo para treinamentos, revisão de processos, criação de ambientes de colaboração etc., são informações preliminares para planejamento de gastos e direcionamento de esforços. Posteriormente, essas informações serão retomadas para o cálculo de informações como *Retorno sobre Investimento*, por exemplo.

Uma vez estimados os recursos e o tempo necessários para o desenvolvimento das capacidades, o trabalho de comunicação pode ser dirigido para esclarecer à totalidade da SEF o que esperar do processo, sempre atualizando a equipe com informações relevantes. Desta forma, a organização terá melhor conhecimento do que é possível realizar de acordo com a fase de implantação. Também é importante que os canais de comunicação estejam abertos à retroalimentação para que se possa avaliar as dificuldades encontradas e sugestões de melhorias. Esta abertura na comunicação visa envolver os funcionários, de modo que estes possam se entender como parte do processo de mudança, e encorajar proatividade.

Como recomendado pelos trabalhos revisados no Capítulo 2, é importante que os primeiros trabalhos em BIM sejam realizados num ambiente controlado e em escala reduzida. *Projetos-piloto* devem ser definidos para testar novos recursos e encontrar problemas comuns antes de difundir a prática para a coletividade. Entende-se que projetos-piloto possam ter duas naturezas: 1) *didática*, na qual o resultado não é necessariamente útil, sendo dada ênfase ao teste de processos, de recursos e ao aprendizado; 2) *caso-teste*, na qual o objetivo é validar fluxos completos de trabalho e os resultados devem ser necessariamente úteis, tornando-se referências. Uma série de pequenos *projetos-piloto didáticos* podem preceder a *casos-teste* significativos. Toda a infraestrutura de trabalho (ferramentas, processos e pessoas) devem ser testadas nos pilotos. Além disso, projetos-piloto ajudam no desenvolvimento de uma *equipe multidisciplinar nuclear* apta a atuar como referência e promotora das mudanças. A definição das quantidades, tamanhos e objetivos dos projetos-piloto deve estar atenta aos recursos disponíveis, portanto deve ser feita neste momento.

A medição de resultados sobre prazos, custos e qualidade, será importante. Portanto, antes do início dos testes, é necessário estabelecer as métricas de retorno. Será necessário levantar informações como tempo médio dedicado a projetos, custo médio de projetos e qualidade das informações. A SEF, hoje, não possui uma sistematização dessas informações para comparação e avaliação. Sem preparar

³⁹ A própria *Matriz de Estágios de Maturidade BIM x Conjuntos de Capacidades* proposta neste trabalho poderá ser revista para incorporar outras experiências ou em decorrência de novidades na área.

esta indexação, será difícil estabelecer referências, o que pode tornar a avaliação apenas qualitativa. A maturidade destes índices tende a evoluir conforme os usos da BIM avancem das fases iniciais (plano e projeto) para as mais avançadas (obra e operação) do empreendimento.

Conforme a equipe de implantação alcance avanços com os pilotos, é importante destacá-los, compartilhando resultados de modo detalhado. Isso servirá de ponte entre a direção da SEF, que precisa avaliar melhoras em produtividade, e a parte operacional, responsável pelo desenvolvimento dos produtos. A partir do momento que houver relativa segurança por todas as partes para uma difusão maior, a prática testada nos projetos-piloto deve se tornar a padrão da organização, e a equipe de testes se direcionará à avaliação de novas funcionalidades para futuras implementações, *avant-garde*.

4.2.3 Etapa 3: Consolidando Práticas

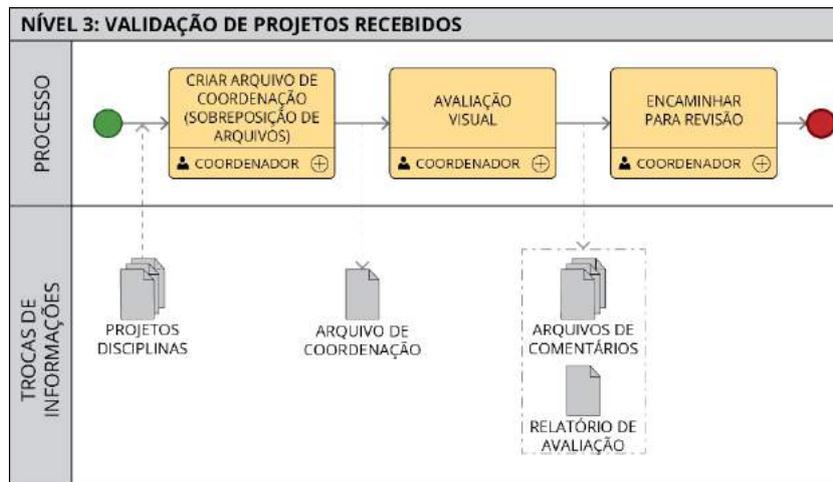
Ainda que o processo completo de implantação da BIM seja longo, ele consistirá de uma série de implementações sucessivas menores que precisam ser consolidadas. Isso deve acontecer em dois níveis: no *redesenho de processos* e na *reconfiguração da estrutura organizacional da empresa*.

Com a proposição do sistema Acrópole, em 2014, a SEF começou a mapear os fluxos de suas atividades, algo que não havia sido feito até então. Portanto, os caminhamentos dependiam de um conhecimento individual de diferentes pessoas, que precisavam ser consultadas. Esse primeiro esforço de mapeamento explicitou uma série de indefinições, gargalos e excesso de caminhamentos que, aos poucos, estão sendo debatidos com a gerência em busca de melhoras.

A introdução da BIM altera o fluxo de trabalho da organização gradualmente à medida que novos usos BIM e entregáveis BIM forem sendo incorporados. Por exemplo, enquanto uma solução de coordenação 3D não for adotada (Solibri ou Navisworks/BIM 360, por exemplo), não há como o fluxo mapear essa atividade. Isso não quer dizer que não haja uma tarefa de coordenação, mas ela não estará amparada pelas funcionalidades das plataformas específicas, e não poderá obter um resultado baseado em BIM. A Figura 14 e a Figura 15 são exemplos simples de alteração de procedimentos e entregáveis⁴⁰.

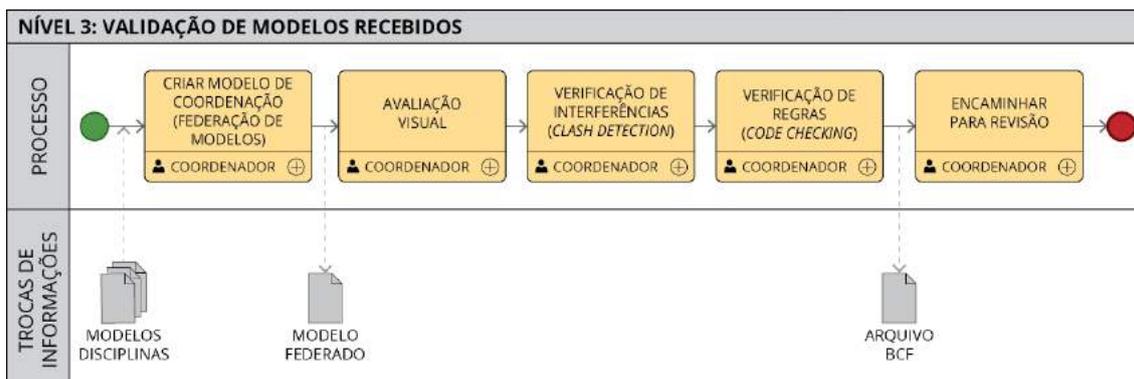
⁴⁰ Foi utilizado o modelo de mapeamento sugerido no Guia de Implantação Bim da Penn State (COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2011)

Figura 14 - Exemplo de Processo de Validação Pré-BIM



Fonte: Autor

Figura 15 - Exemplo de Processo de Validação com Ferramentas BIM



Fonte: Autor

Assim, é fundamental que as alterações referentes ao modo de produzir informações sejam documentadas e publicadas em meios oficiais e de fácil consulta por todos. A oficialização e a descentralização deste tipo de informação ajudam a uniformizar os processos e a evitar arbitrariedades.

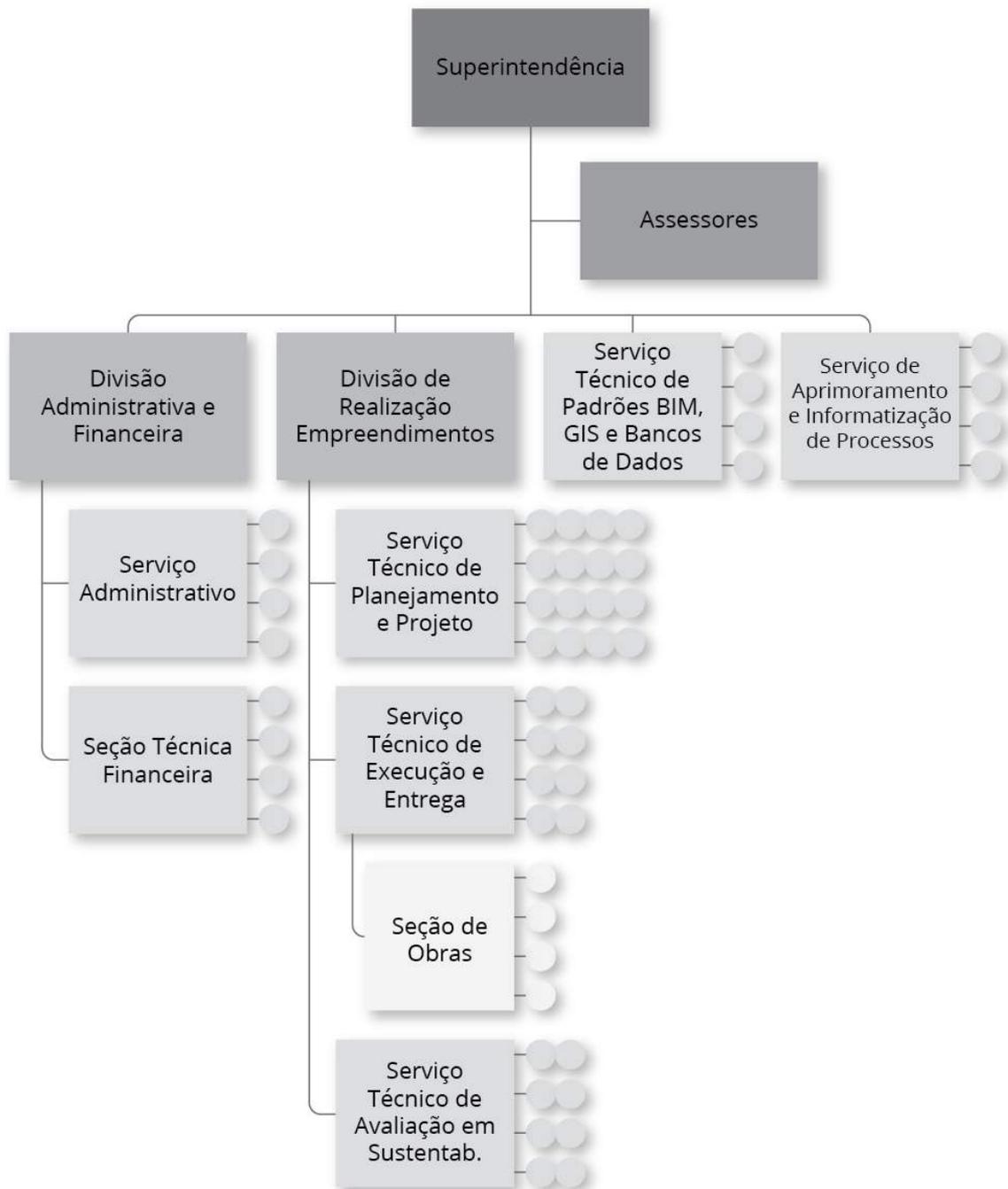
Além da cristalização do redesenho dos processos, é necessário que a organização assuma definitivamente a implantação da BIM como uma questão estratégica. Assim, o estabelecimento de uma estrutura organizacional que reconheça e viabilize os esforços de mudanças, seja a implantação da BIM ou de outros meios inovadores de produção de informações (como BIM integrado a GIS, programação de recursos próprios etc.), precisa ser formalizada.

Na seção 2.3 foi discutida a estrutura organizacional existente na SEF (ver Figura 3), e como esta causa certas dificuldades aos coordenadores de empreendimentos e projetos. Aqui é feita uma breve consideração sobre uma remodelagem desta estrutura, com os seguintes objetivos:

- a. Organizar a estrutura para que facilite a definição e autonomia das equipes por meio de relações matriciais institucionalizadas;
- b. Reduzir níveis hierárquicos para tramitações de processos, quando isso for imprescindível;
- c. Definir níveis para os serviços que atuam como suporte às atividades principais, como aprimoramento e informatização de processos e padronização de recursos BIM e GIS (*geographic information system*), por exemplo.

Trata-se de uma reflexão a respeito do modelo de funcionamento da SEF otimizado para a realização de empreendimentos, com um suporte mais estruturado por atividades de inovação, como a implantação da BIM ou a informatização de processos, por exemplo. A Figura 16 demonstra a revisão proposta.

Figura 16 - Proposta de Reconfiguração da Estrutura Organizacional da SEF



Fonte: Autor

Nesta proposta pode-se observar a junção das divisões de engenharia e arquitetura em uma única *Divisão de Realização de Empreendimentos*. O objetivo dessa junção é criar a figura de um coordenador geral, com visão e controle sobre a totalidade dos empreendimentos em desenvolvimento na SEF, alguém que alinhe as prioridades e oriente o fluxo de trabalhos.

Subordinados à este coordenador geral estariam três grupos. Dois destes, o de *Planejamento e Projeto* e o de *Execução e Entrega*, estão relacionados às fases identificadas no guia da Penn State (COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2011), mantendo-os separados apenas pelo agrupamento de experiências dos profissionais e procedimentos que os diferem. O *Serviço Técnico de Uso Eficiente dos Recursos Hídricos e Energéticos*⁴¹, também passaria a integrar esta divisão, assistindo às equipes nas áreas de avaliação e simulação de eficiência em uso de recursos (via BIM, com possível extrapolação para a certificação em sustentabilidade de empreendimentos).

Também pode-se observar a criação dos serviços técnicos de *Padrões BIM, GIS e Bancos de Dados*, e de *Aprimoramento e Informatização de Processos*. Esses serviços estão separados das divisões para que possam ter autonomia para o desenvolvimento de suas tarefas. Os integrantes destes serviços poderiam ser intercambiáveis e temporários, mas uma vez designados, responderiam apenas à Superintendência. O primeiro serviço (*Padrões BIM, GIS e Bancos de Dados*) seria responsável, primeiramente, pela condução do processo de implantação da BIM. Consequentemente, conforme as novas práticas forem se consolidando, caberia também a função de definir e elaborar padrões e recursos específicos para BIM e GIS (posteriormente), além de unir e coordenar as informações de ambas as áreas em bases unificadas em repositórios BIM, quando o estágio de maturidade de integração em rede for atingido. O segundo serviço (*Aprimoramento e Informatização de Processos*) seria responsável pela manutenção e melhoria do sistema Acrópole, que abrange o aprimoramento de processos internos em toda a escala organizacional.

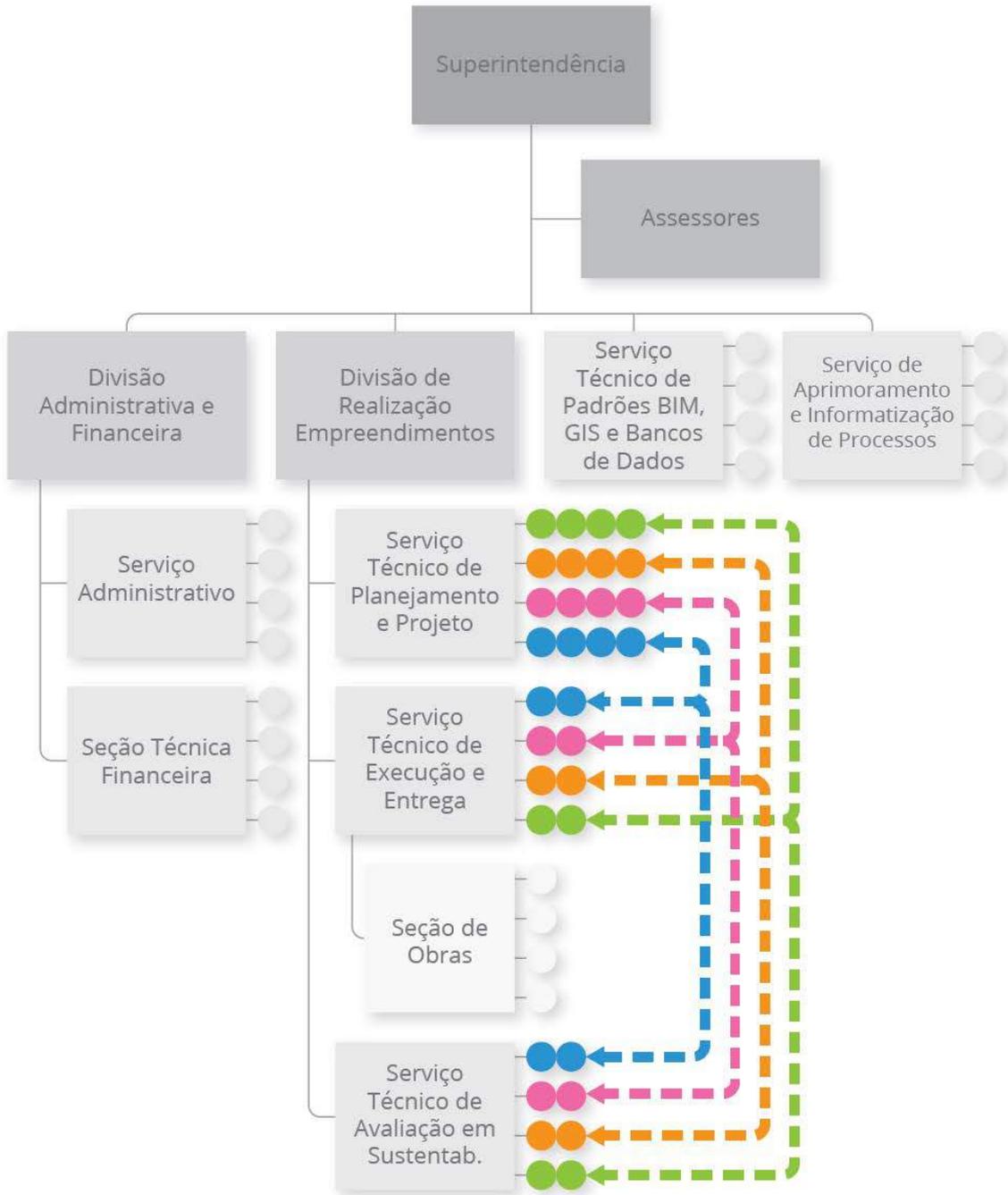
A Figura 17 demonstra como as relações matriciais poderiam ocorrer. O estabelecimento destas relações começa com a definição das equipes de planejamento e projeto, execução e entrega, e de avaliação em sustentabilidade para um determinado empreendimento, pelas respectivas chefias em consonância com a chefia da divisão. A partir de então, estas equipes teriam maior autonomia para o desenvolvimento dos produtos, podendo colaborar de forma mais dinâmica ao longo do processo.

A Figura 18, por sua vez, mostra como a alimentação dos serviços prestados pelas atividades de apoio devem ser em consenso com as chefias das divisões, que têm,

⁴¹ Conhecido como PUERHE, instituído em 2015, programa que uniu as funções antes atribuídas ao PURE (Programa de Uso Racional da Energia) e ao PURA (Programa de Uso Racional da Energia).

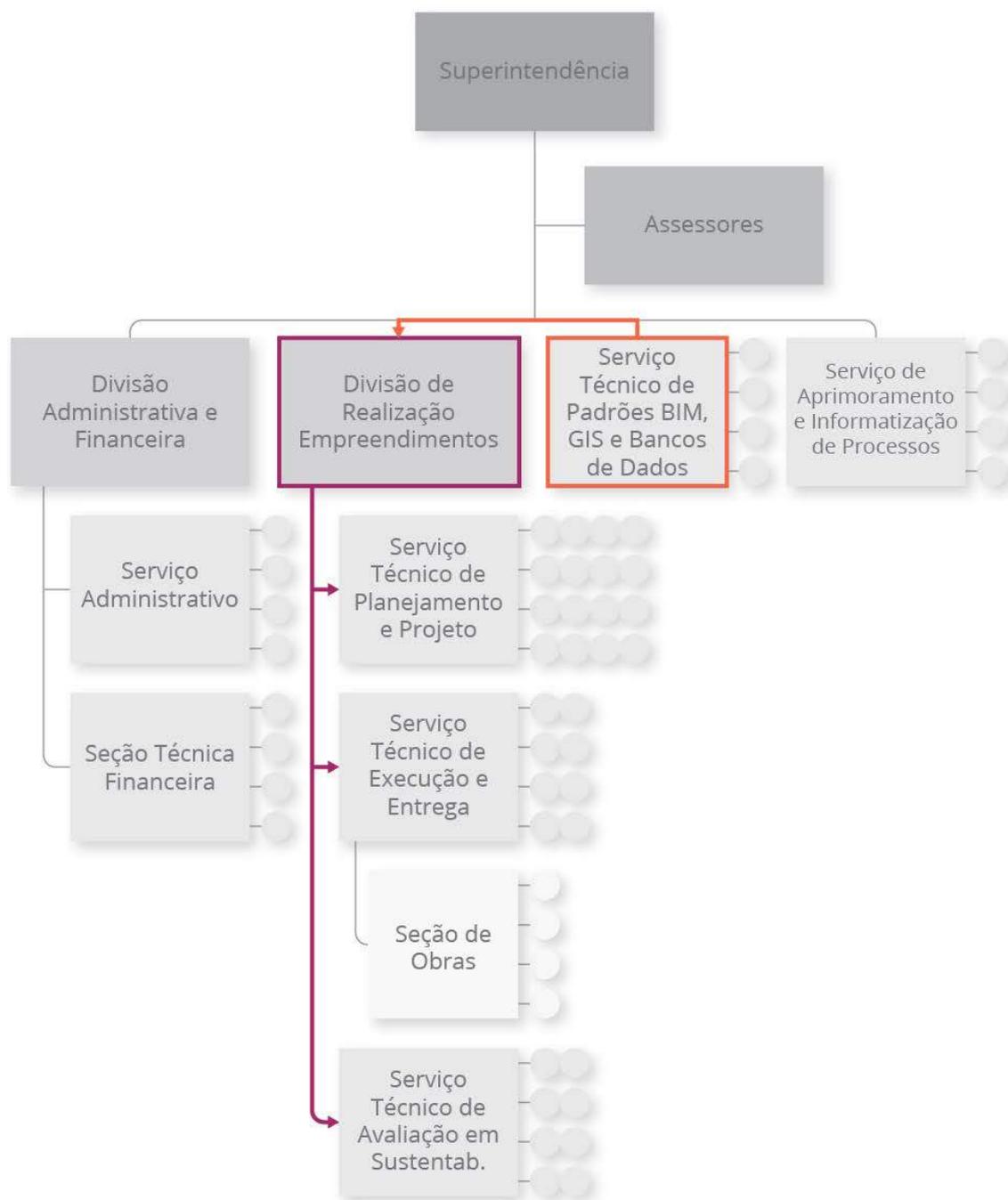
neste caso, a função de avaliar os impactos das proposições nos trabalhos em andamento e futuros.

Figura 17 - Relações Matriciais Institucionalizadas Conforme Proposta



Fonte: Autor

Figura 18 - Relações Hierárquicas Conforme Estrutura Proposta



Fonte: Autor

As medidas propostas nestas três etapas tentam responder aos desafios de gestão de mudanças vistos na seção 2.4. Certamente, a partir do confronto com a realidade do processo, as medidas precisarão ser ajustadas e complementadas com outras estratégias. Entretanto, deve-se persistir na busca dos marcos fundamentais propostos, resumidos na Tabela 6.

Tabela 6 - Marcos do Processo de Implantação BIM

Marcos do Processo de Implantação da BIM	
Etapa 1: Estabelecendo o Compromisso	Despertar o interesse geral em novas práticas de gestão e produção de empreendimentos via BIM
	Definição de um gerente de implantação BIM
	Definição de um grupo responsável pelas atividades necessárias à implantação
Etapa 2: Em Busca de Resultados	Estabelecimento e metas e métodos para avaliação de resultados
	Definição e aquisição de recursos
	Execução de projetos-piloto
	Difusão de novas práticas para a totalidade da organização
Etapa 3: Consolidando Práticas	Sistematização do redesenho e publicação de mapas de processos ao longo da implantação, conforme novas capacidades forem implantadas
	Criação, no organograma, de setores específicos para o desenvolvimento de ações estratégicas

Fonte: Autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste trabalho percebe-se que o universo da Modelagem da Informação da Construção é vasto, demandando um grande esforço de compreensão dos diferentes ramos de sua utilização. Somada à esta dificuldade, existem as componentes de gestão organizacional e gestão de mudanças, que precisam de igual atenção para que o esforço de implantação de uma nova prática seja viável.

Pôde-se avaliar que a Superintendência do Espaço Físico é uma organização com muitos desafios de gestão a serem enfrentados, sobretudo a dificuldade de lidar com equipes bastante reduzidas para um número muito grande de trabalhos sob sua responsabilidade. Embora a BIM possa ajudar para a obtenção de uma maior eficiência nos processos de desenvolvimentos de empreendimentos, é importante repensar o modelo de atuação da organização em relação a estes, buscando um posicionamento mais estratégico que operacional, e remanejando responsabilidades.

É importante observar, também, que a BIM traz novos recursos para atuação nas fases de operação e manutenção das edificações. Assim, a emergência de uma classe de gestores de edificações nas diversas Unidades da Universidade se torna fundamental para a máxima vantagem nesta prática.

Com o amadurecimento de estratégias, recursos e processos orientados à Modelagem, acredita-se que as reais vantagens de eficiência e qualidade apresentadas no trabalho possam ser obtidas, e desfrutadas além do ambiente da SEF. É possível alcançar um patamar de informatização que transcenda o campo das edificações e atinja a integração de modelos em uma base georreferenciada BIM-GIS para a gestão dos diversos *campi* como um todo.

Por fim, é importante ressaltar que a Universidade de São Paulo, por meio do conhecimento que produz nas áreas de gestão, engenharia, arquitetura e suas tecnologias, tem muito a contribuir com a proposta deste trabalho. Portanto, é importante promover a integração entre a área acadêmica (e os recursos que esta dispõe) com a área técnico-administrativa que a apoia, a fim de melhorar o suporte que a SEF oferece. Com estas relações, a USP pode elevar esse processo de modernização de um cenário meramente pragmático para se tornar referência no uso da BIM em empreendimentos públicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3D REPO. 3D Repo homepage. **3D Repo website**, 2018. Disponível em: <3drepo.org/>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

ARWU. Academic Ranking of World Universities 2017. **Academic Ranking of World Universities website**, 2016. Disponível em: <<http://www.shanghairanking.com/ARWU2017.html>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

ASSOCIATED GENERAL CONTRACTORS OF AMERICA. **The Contractor's Guide to BIM**. 1ª. ed. Las Vegas: AGC Research Foundation, 2005.

AUTODESK. BIM 360 homepage. **BIM 360 website**, 2018. Disponível em: <bim360.autodesk.com>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

BARLISH, K.; SULLIVAN, K. How to measure the benefits of BIM - A case study approach. **Automation in Construction**, Amsterdam, v. 24, p. 149-159, março 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580512000234>>. Acesso em: 19 de março de 2016.

BECK TECHNOLOGY. Beck Technology Destini Products. **Beck Technology website**, 2018. Disponível em: <<http://www.beck-technology.com/products>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

BIM EXCELLENCE. BIM Maturity Matrix v1.22. **BIM Excellence Initiative**, 2016. Disponível em: <<http://bimexcellence.org/resources/300series/301in/>>. Acesso em: 12 de março de 2018.

BIM FORUM. **Level Of Development Specification Part I, Part II and Guide**. [S.l.]: [s.n.], 2017. Disponível em: <www.bimforum.org/lod>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2018.

BIM THINKSPACE. Episode 13: The BIM Maturity Index. **BIM Thinkspace**, 2009. Disponível em: <<http://www.bimthinkspace.com/2009/12/episode-13-the-bim-maturity-index.html>>. Acesso em: 13 de março de 2018.

BIMSERVER. BIMserver homepage. **BIMserver website**, 2018. Disponível em: <bimserver.org>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

BRASIL, GOVERNO FEDERAL. **Lei 8.666**: Lei de Licitações. Brasília: [s.n.], 1993.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Da administração pública burocrática à gerencial. **Revista do Servidor Público**, 47, Janeiro-Abril 1996. Disponível em:

<<http://www.bresserpereira.org.br/papers/1996/95.admpublicaburocraticaagerencial.pdf>>. Acesso em: julho de 2017.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Democracia, Estado Social e Reforma Gerencial. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, V. 50, janeiro/março 2010. 112-116. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v50n1/a09v50n1.pdf>>. Acesso em: 07 de junho de 2018.

BUILDINGSMART. General questions about buildingSMART, IAI, and IFC. **buildingSMART-tech.org**, 2018. Disponível em: <<http://www.buildingsmart-tech.org/implementation/faq/faq-general-questions>>. Acesso em: 26 de março de 2018.

BURNES, B. **Kurt Lewin and the Planned Approach to Chance: A Re-Appraisal**. Manchester: Manchester School of Management, 2004. Disponível em: <<https://www.escholar.manchester.ac.uk/uk-ac-man-scw:1b8896>>. Acesso em: 21 de outubro de 2017.

CATENDA. Binsync homepage. **Binsync website**, 2018. Disponível em: <home.bimsync.com>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

CHAVES, R. C.; MARQUES, A. L. **MUDANÇA ORGANIZACIONAL NO SETOR PÚBLICO: um estudo sobre o impacto das mudanças instituídas pelo Governo do estado de Minas Gerais numa instituição pública estadual**. EnANPAD. Salvador: [s.n.]. 2006.

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM. **BIM Project Execution Planning Guide: Versão 2.1**. University Park: The Pennsylvania State University, 2011. Disponível em: <<http://bim.psu.edu/>>. Acesso em: 29 de outubro de 2016.

CONSTRUCTION USERS ROUNDTABLE. **Collaboration, Integrated Information and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation**. [S.l.]: WP-1202, 2004.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engeneers and Contractors**. 2ª. ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

GARBINI, M. A. L.; BRANDÃO, D. Q. Implantação da tecnologia BIM analisada em quatro escritórios de arquitetura. **Cadernos Proarq**, Rio de Janeiro, n. 21, p. 125.146, 2013. Disponível em: <http://cadernos.proarq.fau.ufrj.br/public/docs/Proarq_21-125.pdf>. Acesso em: 19 de março de 2016.

JOTNE IT. BIM/VDC Solutions. **Jotne IT website**, 2018. Disponível em: <<http://jotneit.no/solutions/vdc>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

KOTTER, J. P. Leading Change: Why Transformation Efforts Fail. **Harvard Business Review**, Boston, Janeiro de 2007.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets**. Nova Iorque: McGraw Hill Construction, 2014. Disponível em: <https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf>. Acesso em: 16 de novembro de 2017.

NBIMS-US. About the National BIM Standard - United States. **Site da National BIM Standard**, 2010. Disponível em: <<https://www.nationalbimstandard.org/about>>. Acesso em: 09 de novembro de 2017.

NEMETSCH. Solibri homepage. **Solibri website**, 2018. Disponível em: <<https://www.solibri.com>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

NIBS. **National Building Information Modeling Standard: Version 1, Part1 - Overview, Principles and Methodologies**. Washington: NIBS, 2007.

OLIVEIRA, O. J.; MELHADO, S. B. **Como Administrar Empresas de Projeto de Arquitetura e Engenharia Civil**. São Paulo: Pini, 2006.

ONUMA. Onuma System homepage. **Onuma System Website**, 2018. Disponível em: <<http://www.onuma-bim.com>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

PMI. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 5ª ed. Newton Square: Project Management Institute, Inc., 2013.

SÃO PAULO (ESTADO). **Decreto Estadual nº 52.906 de 27 de março de 1972**. São Paulo: [s.n.], 1972. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/>>.

SEF. **Relatório de Gestão 2014-2017**. São Paulo: Superintendência do Espaço Físico da USP, 2017. Disponível em: <http://www.sef.usp.br/wp-content/uploads/sites/52/2018/02/Relat%C3%B3rio-de-Gest%C3%A3o_2014-2017_R05.pdf>. Acesso em: 23 de maio de 2018.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 1ª, Maio 2009. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580508001568?via%3Dihub>>.

Acesso em: 13 de março de 2018.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. **Building Information Modelling: Point of Adoption**. CIB World Congress. Tampere, Finlândia: [s.n.]. 2016. p. 11.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM performance - Five metrics. **Architectural, Engineering and Design Management**, Londres, v. 8, p. 120-142, 2012.

Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17452007.2012.659506>>.

Acesso em: 05 de março de 2018.

THE. Times Higher Education Ranking 2018. **Times Higher Education website**, 2018.

Disponível em: <<https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2018/world-ranking#!/>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

USP. **Resolução nº 3.745 de 19 de outubro de 1990**. São Paulo: [s.n.], 1990. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/>>.

USP. **Resolução nº 4.946 de 13 de Agosto de 2002**. São Paulo: [s.n.], 2002. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/>>.

USP. **Portaria GR nº 3.925 de 21 de Fevereiro de 2008**. São Paulo: [s.n.], 2008. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/>>.

USP. **A USP em 2014 e Plano de Metas da USP para 2015**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://sites.usp.br/sef/wp-content/uploads/sites/52/2015/03/METAS-USP-2015-VERS%C3%83O-FINAL.pdf>>. Acesso em: 23 de maio de 2018.

USP. **Anuário Estatístico**. São Paulo: [s.n.], 2017. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/anuario/AnuarioControle>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

USP. **Ofício Circular da Comissão Central de Recursos Humanos nº 04 de 2017**. São Paulo: USP, 2017a.

USP. Página inicial do Sistema Acrópole. **Sistema Acrópole**, 2018. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/acropole/>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

VINTOCON. ArchiFM homepage. **ArchiFM.net**, 2018. Disponível em: <<http://www.archifm.net/>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE. Construction-Operations Building Information Exchange (COBie). **Site da Whole Building Design Guide**, 2016. Disponível em: <<http://www.wbdg.org/resources/construction-operations-building-information-exchange-cobie>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

APÊNDICES

A.1 ENTREVISTAS

A.1.1 ENTREVISTAS: Parte 1 – Identificação do Entrevistado

1 Identificação do Entrevistado:

1.a Nome

1.b Idade

1.c Sexo

Sexo	Cont.	Porcent.
Masculino	13	54,2%
Feminino	11	45,8%

1.d Cargo/Função

Cargo/Função	Cont.	Porcent.
Técnico	15	62,5%
Chefe Técnico	5	20,8%
Administrativo	2	8,3%
Chefe de Administração	2	8,3%

1.e Áreas de Atuação

Área de Atuação	Cont.	Porcent.
Projeto	14	58,3%
Planejamento	8	33,3%
Cadastro e Arquivo	4	16,7%
Arquitetura	12	50,0%
Engenharia	8	33,3%
Fiscalização de Obras	5	20,8%
Execução de Obras	0	0,0%
Vistorias e Laudos	17	70,8%
Orçamento	17	70,8%
Contratos	2	8,3%
Licitações	3	12,5%
Financeira	2	8,3%

Observação: nesta questão, os entrevistados puderam assinalar mais de uma opção, conforme as áreas de atuação atuais, passadas e/ou simultâneas. As porcentagens indicadas por linha correspondem ao total de entrevistados.

1.f Escolaridade

Escolaridade	Cont.	Porcent.
Ensino Médio	20	83,3%
Ensino Técnico	9	37,5%
Ens. Superior: Construção Civil	23	95,8%
Ens. Superior: Administração	1	4,2%
Ens. Superior: Outras Áreas	1	4,2%
Pós-Graduação: Especialização	15	62,5%
Pós-Graduação: Mestrado	3	12,5%
Pós-Graduação: Doutorado	1	4,2%
Outras	3	12,5%

Observação: nesta questão, os entrevistados puderam assinalar mais de uma opção, marcando todos os graus de escolaridade obtidos ao longo da vida. As porcentagens indicadas por linha correspondem ao total de entrevistados.

1.g Tempo de Serviço na SEF

Tempo de Serviço na SEF	Cont.	Porcent.
Até de 5 anos	11	45,8%
Entre 6 e 10 anos	2	8,3%
Entre 11 e 15 anos	5	20,8%
Entre 16 e 20 anos	3	12,5%
Mais de 21 anos	3	12,5%

A.1.2 ENTREVISTAS: Parte 2 – Atuação da SEF

1 Como você avalia a o desempenho da SEF em relação ao atendimento das demandas da Universidade quanto a:

1.a Qualidade?

- Insatisfatório
- Satisfatório
- Excelente

Qualidade	Cont.	Porcent.
Insatisfatório	7	29,2%
Satisfatório	17	70,8%
Excelente	0	0,0%

1.b Prazo?

- Insatisfatório
- Satisfatório
- Excelente

Prazos	Cont.	Porcent.
Insatisfatório	20	83,3%
Satisfatório	4	16,7%
Excelente	0	0,0%

2 Você acredita que as atribuições (escopo de trabalho) da SEF são bem definidas?

- Sim
- Não

Boa Definição de Escopo	Cont.	Porcent.
Sim	5	20,8%
Não	19	79,2%

- 3 O fluxograma apresentado no *Apêndice A.2.1* demonstra o ciclo de vida de um empreendimento, do planejamento à demolição, indicando as principais etapas do processo. Indique, na tabela a seguir, o grau necessário de envolvimento da SEF em cada uma destas tarefas, segundo seu entendimento:

Tarefa	Grau de Envolvimento da SEF					
	5	4	3	2	1	0
Planejamento						
Políticas de Des. Acadêmico	0	0	0	0	0	0
Políticas de Des. Econômico	0	0	0	0	0	0
Políticas de Des. do Espaço Físico	0	0	0	0	0	0
Planejamento Acadêmico	0	0	0	0	0	0
Planejamento Econômico	0	0	0	0	0	0
Planejamento Físico	0	0	0	0	0	0
Solicitação de Empreendimento	0	0	0	0	0	0
Avaliação						
Programação das Necessidades	0	0	0	0	0	0
Estudo de Viabilidade Física	0	0	0	0	0	0
Estudo de Viabilidade Econômica	0	0	0	0	0	0
Projeto						
Aprovação Legal de Projetos	0	0	0	0	0	0
Planejamento e Coordenação	0	0	0	0	0	0
Compatibilização / Verificação	0	0	0	0	0	0
Desenv.: Estudo Preliminar	0	0	0	0	0	0
Desenv.: Anteprojeto	0	0	0	0	0	0
Desenv.: Projeto Básico	0	0	0	0	0	0
Desenv.: Projeto Executivo	0	0	0	0	0	0
Desenv.: Projeto de Fabricação	0	0	0	0	0	0
Orçamentação	0	0	0	0	0	0
Construção						
Planejamento e Coordenação	0	0	0	0	0	0
Fiscalização	0	0	0	0	0	0
Construção	0	0	0	0	0	0
Revisão de Projetos	0	0	0	0	0	0
As-Built	0	0	0	0	0	0
Uso, Ocupação e Operação						
Avaliação de Uso e Ocupação	0	0	0	0	0	0
Zeladoria / Manutenção	0	0	0	0	0	0
Adequações e Reformas	0	0	0	0	0	0
Monitoramento de Usos	0	0	0	0	0	0
Cadastro e Arquivo	0	0	0	0	0	0
Avaliação das Condições Físicas do Empreendimento	0	0	0	0	0	0
Demolição e Reciclagem						
Plano de Demolição	0	0	0	0	0	0
Demolição e Reciclagem	0	0	0	0	0	0

Legenda de graus de envolvimento SEF: 5: Desenvolvimento exclusivo, apenas por corpo técnico; 4: Desenvolvimento exclusivo, por corpo técnico ou contratação; 3: Desenvolvimento não-exclusivo, mediante aprovação; 2: Desenvolvimento não-exclusivo, mediante notificação; 1: Participação em grupos (GTs, Comissões, Conselhos etc.); 0: Nenhum envolvimento.

Resultado:

Tarefa	Grau de Envolvimento da SEF					
	5	4	3	2	1	0
Planejamento						
Políticas de Des. Acadêmico	0%	0%	0%	21%	29%	50%
Políticas de Des. Econômico	0%	0%	4%	13%	46%	38%
Políticas de Des. do Espaço Físico	33%	4%	17%	0%	46%	0%
Planejamento Acadêmico	0%	0%	8%	17%	25%	50%
Planejamento Econômico	0%	4%	8%	21%	46%	21%
Planejamento Físico	38%	8%	13%	0%	38%	0%
Solicitação de Empreendimento	17%	0%	42%	4%	33%	4%
Avaliação						
Programação das Necessidades	21%	21%	33%	4%	21%	0%
Estudo de Viabilidade Física	29%	54%	17%	0%	0%	0%
Estudo de Viabilidade Econômica	13%	38%	21%	8%	21%	0%
Projeto						
Aprovação Legal de Projetos	4%	54%	33%	8%	0%	0%
Planejamento e Coordenação	50%	29%	21%	0%	0%	0%
Compatibilização / Verificação	21%	50%	29%	0%	0%	0%
Desenv.: Estudo Preliminar	46%	29%	25%	0%	0%	0%
Desenv.: Anteprojeto	17%	50%	29%	0%	4%	0%
Desenv.: Projeto Básico	8%	54%	38%	0%	0%	0%
Desenv.: Projeto Executivo	0%	67%	29%	4%	0%	0%
Desenv.: Projeto de Fabricação	0%	50%	42%	8%	0%	0%
Orçamentação	4%	54%	33%	0%	4%	0%
Construção						
Planejamento e Coordenação	42%	50%	8%	0%	0%	0%
Fiscalização	42%	58%	0%	0%	0%	0%
Construção	0%	42%	58%	0%	0%	0%
Revisão de Projetos	13%	75%	8%	4%	0%	0%
<i>As-Built</i>	0%	38%	58%	4%	0%	0%
Uso, Ocupação e Operação						
Avaliação de Uso e Ocupação	17%	21%	8%	29%	17%	8%
Zeladoria / Manutenção	0%	4%	8%	29%	4%	54%
Adequações e Reformas	0%	8%	46%	25%	4%	17%
Monitoramento de Usos	8%	4%	13%	42%	8%	25%
Cadastro e Arquivo	29%	46%	0%	21%	4%	0%
Avaliação das Condições Físicas	0%	58%	33%	8%	0%	0%
Demolição e Reciclagem						
Plano de Demolição	21%	46%	21%	0%	13%	0%
Demolição e Reciclagem	0%	42%	50%	4%	0%	4%

4 Você acredita que o modelo de trabalho da SEF é adequado às suas atribuições?

- Sim
- Não

Modelo de Trabalho Adequado	Cont.	Porcent.
Sim	7	29,2%
Não	17	70,8%

5 Você acredita que o número de funcionários da SEF é suficiente para o atendimento das demandas do órgão?

- Sim
- Não

Quantidade Adequada de Funcionários	Cont.	Porcent.
Sim	2	8,3%
Não	22	91,7%

6 Parte das atribuições da SEF são desenvolvidas por empresas contratadas.

6.a Como você avalia, de modo geral, a atuação destas empresas:

Característica	Insatisfatório	Satisfatório	Excelente
Qualidade dos Serviços	o	o	o
Cumprimento de Prazos	o	o	o
Envolvimento Profissional	o	o	o

Resultados:

Empresas Terceirizadas: Qualidade	Cont.	Porcent.
Insatisfatório	8	33,3%
Satisfatório	16	66,7%
Excelente	0	0,0%
Empresas Terceirizadas: Prazos	Cont.	Porcent.
Insatisfatório	19	79,2%
Satisfatório	5	20,8%
Excelente	0	0,0%
Empresas Terceirizadas: Envolvimento	Cont.	Porcent.
Insatisfatório	7	29,2%
Satisfatório	17	70,8%
Excelente	0	0,0%

6.b No caso de projetos, como você avalia a relação de responsabilidade sobre os trabalhos quando são detectados erros após a conclusão dos contratos?

Situação	Nunca	Poucas vezes	Muitas vezes	Sempre
A empresa contratada corrige os projetos?	o	o	o	o
Os técnicos da SEF corrigem os projetos?	o	o	o	o
É contratada uma outra empresa para a revisão dos projetos (pela SEF ou pela construtora)?	o	o	o	o
A construtora resolve os problemas na obra e a solução é documentada (<i>as-built</i>)?	o	o	o	o
A construtora resolve os problemas na obra e a solução não é documentada (<i>as-built</i>)?	o	o	o	o

Resultados:

Situação	Nunca (Cont.)	Nunca (%)	Poucas Vezes (Cont.)	Poucas Vezes (%)	Muitas Vezes (Cont.)	Muitas Vezes (%)	Sempre (Cont.)	Sempre (%)
A empresa contratada corrige os projetos?	3	12,5%	19	79,2%	2	8,3%	0	0,0%
Os técnicos da SEF corrigem os projetos?	1	4,2%	1	4,2%	22	91,7%	0	0,0%
É contratada uma outra empresa para a revisão dos projetos (pela SEF ou pela construtora)?	10	41,7%	11	45,8%	3	12,5%	0	0,0%
A construtora resolve os problemas na obra e a solução é documentada (<i>as-built</i>)?	0	0,0%	18	75,0%	6	25,0%	0	0,0%
A construtora resolve os problemas na obra e a solução não é documentada (<i>as-built</i>)?	1	4,2%	6	25,0%	17	70,8%	0	0,0%

7 No seu entendimento, qual é o grau de responsabilidade que a SEF tem sobre os projetos contratados (não se aplica a projetos modificados pela SEF)?

- É coautora, e deve responder tecnicamente pelos projetos.
- Não é coautora, e deve acionar a empresa que desenvolveu o projeto sempre que necessário.

Coautoria da SEF	Cont.	Porcent.
É Coautora	8	33,3%
Não é Coautora	16	66,7%

8 São aplicadas sanções às empresas que não providenciam as correções em projetos e obras, quando há identificação de erros técnicos?

- Nunca
- Poucas vezes
- Muitas vezes
- Sempre

Aplicação de Sanções	Cont.	Porcent.
Nunca	0	0,0%
Poucas Vezes	18	75,0%
Muitas Vezes	6	25,0%
Sempre	0	0,0%

A.1.3 ENTREVISTAS: Parte 3 – BIM

1 Você sabe a que se refere o termo BIM na indústria da construção civil?

- Caso o interlocutor não saiba, ou tenha uma definição equivocada, explicar: BIM significa Modelagem da Informação da Construção. A definição da AGC, *Associated General Contractors of America* (2005) é:

*“A **Modelagem da Informação da Construção** é o desenvolvimento e o uso de um modelo em software de computador para simular a construção e operação de uma edificação. O modelo resultante, **Modelo da Informação da Construção**, é uma representação digital da construção enriquecida com dados, orientada por objetos, inteligente e paramétrica, do qual podem ser extraídos representações visuais e dados adequados a diversas necessidades de usuários para análise, a fim de gerar informações que podem ser utilizadas para tomada de decisões e melhorar o processo de entrega da edificação”.*

2 A Modelagem da Informação da Construção (BIM) permite uma série de usos (*goals*), que devem ser determinados de acordo com as necessidades dos empreendedores e/ou projetistas. A partir da definição dada anteriormente, o que você imagina ser

possível realizar com um modelo informatizado (BIM-Model)? (*Resposta espontânea. Não demonstrar ainda os usos possíveis conforme a revisão bibliográfica*).

- 3 Existe um guia da Universidade da Pensilvânia (COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2011) que define os usos possíveis da BIM – se não todos, os principais. (Mostrar *Figura 19 – Usos BIM ao longo do ciclo de vida da edificação*). A figura mostra os objetivos em ordem cronológica inversa ao ciclo de vida de um empreendimento, uma vez que o esforço para gerar uma informação só deve ocorrer se houver planos para sua utilização no futuro – a leitura nesse sentido ajuda os planejadores a organizar esses esforços. Dentre os possíveis usos indicados, quais você acredita serem os mais relevantes para os trabalhos desenvolvidos na SEF, e factíveis de implantar? (*O referido guia possui uma explicação detalhada de cada uso BIM no seu apêndice B*).

Figura 19 – Usos BIM ao longo do ciclo de vida da edificação

OPERAÇÃO	CONSTRUÇÃO	PROJETO	PLANEJAMENTO
Manutenção Programada			
Análise de Sist. da Edificação			
Gestão de Ativos			
Ger./Rastream. de Espaços			
Auxílio em Desastres			
Atualização do Modelo / Cadastro			
	Plan. do Canteiro de Obras		
	Projeto de Sist. Construtivos		
	Fabricação Digital		
	Planejamento e Controle 3D		
	Coordenação 3D		
		Projeto	
		Análise Energética	
		Análise Estrutural	
		Análise de Iluminação	
		Análise de Sist. Mecânicos	
		Outras Análises Complementares	
		Avaliação LEED	
		Validação de Regras	
		Validação do Projeto	
			Programa de Necessidades
			Análises de Terrenos
			Planejamento de Fases
			Estimativa e Planejamento de Custos
			Modelagem de Condições Existentes

Fonte: Adaptado de *Project Execution Planning Guide v 2.1*, p. 12, tradução do autor.

Resultado (porcentagem de respostas positivas):

OPERAÇÃO	CONSTRUÇÃO	PROJETO	PLANEJAMENTO	%
Manutenção Programada				50,0%
Análise de Sist. da Edificação				33,3%
Gestão de Ativos				20,8%
Ger./Rastream. de Espaços				54,2%
Auxílio em Desastres				29,2%
Atualização do Modelo / Cadastro				87,5%
	Plan. do Canteiro de Obras			50,0%
	Projeto de Sist. Construtivos			33,3%
	Fabricação Digital			16,7%
	Planejamento e Controle 3D			54,2%
	Coordenação 3D			66,7%
		Projeto		95,8%
		Análise Energética		70,8%
		Análise Estrutural		75,0%
		Análise de Iluminação		70,8%
		Análise de Sist. Mecânicos		79,2%
		Outras Análises Complementares		62,5%
		Avaliação LEED		29,2%
		Validação de Regras		83,3%
		Validação do Projeto		91,7%
			Programa de Necessidades	83,3%
			Análises de Terrenos	50,0%
			Planejamento de Fases	83,3%
			Estimativa e Planejamento de Custos	87,5%
			Modelagem de Condições Existentes	62,5%

- 4 Com base nestas informações e em outras de seu conhecimento, de que forma você acredita que a Modelagem da Informação da Construção (BIM) pode influenciar os seguintes aspectos do trabalho desenvolvido na SEF?

Aspecto	Pioraria	Seria igual	Melhoraria
Controle de qualidade dos projetos	o	o	o
Controle de qualidade das obras	o	o	o
Custo dos projetos	o	o	o
Custo das obras	o	o	o
Tempo total de desenvolvimento de projeto	o	o	o
Tempo total de desenvolvimento da obra	o	o	o
Controle das informações do empreendimento	o	o	o
Tempo dedicado à avaliação de projetos contratados	o	o	o
Tempo dedicado à medição de obras	o	o	o
Levantamento de quantidades e orçamentação	o	o	o

Resultados:

Aspecto	Pioraria	Seria Igual	Melhoraria
Controle de qualidade dos projetos	0,0%	0,0%	100,0%
Controle de qualidade das obras	0,0%	17,4%	82,6%
Custo dos projetos	30,4%	21,7%	47,8%
Custo das obras	8,7%	21,7%	69,6%
Tempo total de desenvolvimento de projeto	17,4%	13,0%	69,6%
Tempo total de desenvolvimento da obra	0,0%	34,8%	65,2%
Controle das informações do empreendimento	0,0%	0,0%	100,0%
Tempo dedicado à avaliação de projetos contratados	4,3%	4,3%	91,3%
Tempo dedicado à medição de obras	0,0%	30,4%	69,6%
Levantamento de quantidades e orçamentação	0,0%	4,3%	95,7%

5 Como os seguintes aspectos afetariam um eventual processo de implantação da BIM na SEF?

Aspecto	Desfavorável	Não Influenciaria	Favorável
Interesse da Superintendência	o	o	o
Interesse das chefias	o	o	o
Interesse dos projetistas	o	o	o
Interesse dos fiscais de obras	o	o	o
Interesse dos gestores de contratos	o	o	o
Interesse dos setores administrativos	o	o	o
Custos de implantação	o	o	o
Aprendizado e manipulação dos <i>softwares</i>	o	o	o
Cultura organizacional da SEF	o	o	o
Influência de órgãos de fiscalização externos, como TCs, MPs, Corpo de Bombeiros etc.	o	o	o
Influência de pesquisas acadêmicas	o	o	o
Crescimento da BIM no mercado privado	o	o	o

Resultados:

Aspecto	Desfavorável	Não influenciaria	Favorável
Interesse da Superintendência	34,8%	26,1%	39,1%
Interesse das chefias	30,4%	21,7%	47,8%
Interesse dos projetistas	4,3%	21,7%	73,9%
Interesse dos fiscais de obras	13,0%	34,8%	52,2%
Interesse dos gestores de contratos	4,3%	21,7%	73,9%
Interesse dos setores administrativos	0,0%	78,3%	21,7%
Custos de implantação	78,3%	8,7%	13,0%
Aprendizado e manipulação dos <i>softwares</i>	65,2%	13,0%	21,7%
Cultura organizacional da SEF	78,3%	8,7%	13,0%
Influência de órgãos de fiscalização externos, como TCs, MPs, Corpo de Bombeiros etc.	13,0%	34,8%	52,2%
Influência de pesquisas acadêmicas	0,0%	47,8%	52,2%
Crescimento da BIM no mercado privado	0,0%	21,7%	78,3%

6 Você acredita que a BIM será o padrão de trabalho no mercado da construção civil no futuro?

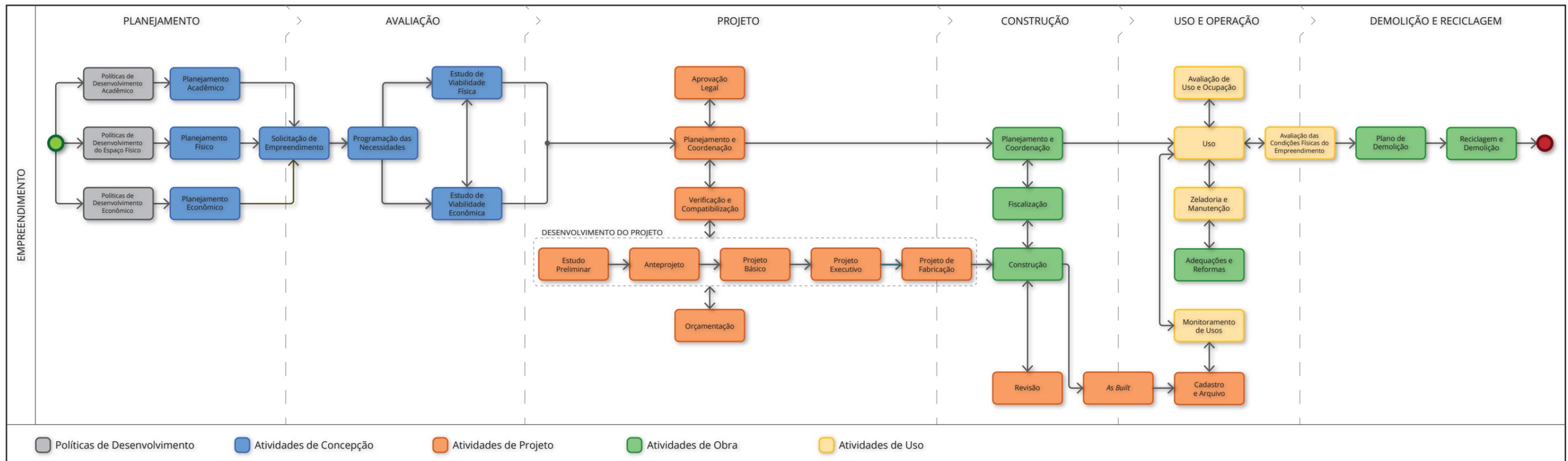
- Não, pois a tecnologia é muito complexa;
- Não, pois a tecnologia é muito cara;
- Sim, a curto prazo (em até 5 anos)
- Sim, a médio prazo (entre 5 e 20 anos)
- Sim, a longo prazo (em mais de 20 anos)

BIM será o padrão de mercado	Cont.	Porcent.
Não, pois a tecnologia é muito complexa	0	0,0%
Não, pois a tecnologia é muito cara	0	0,0%
Sim, a curto prazo (em até 5 anos)	2	8,7%
Sim, a médio prazo (entre 5 e 20 anos)	20	87,0%
Sim, a longo prazo (em mais de 20 anos)	1	4,3%

APÊNDICE A.2 - FLUXOGRAMAS

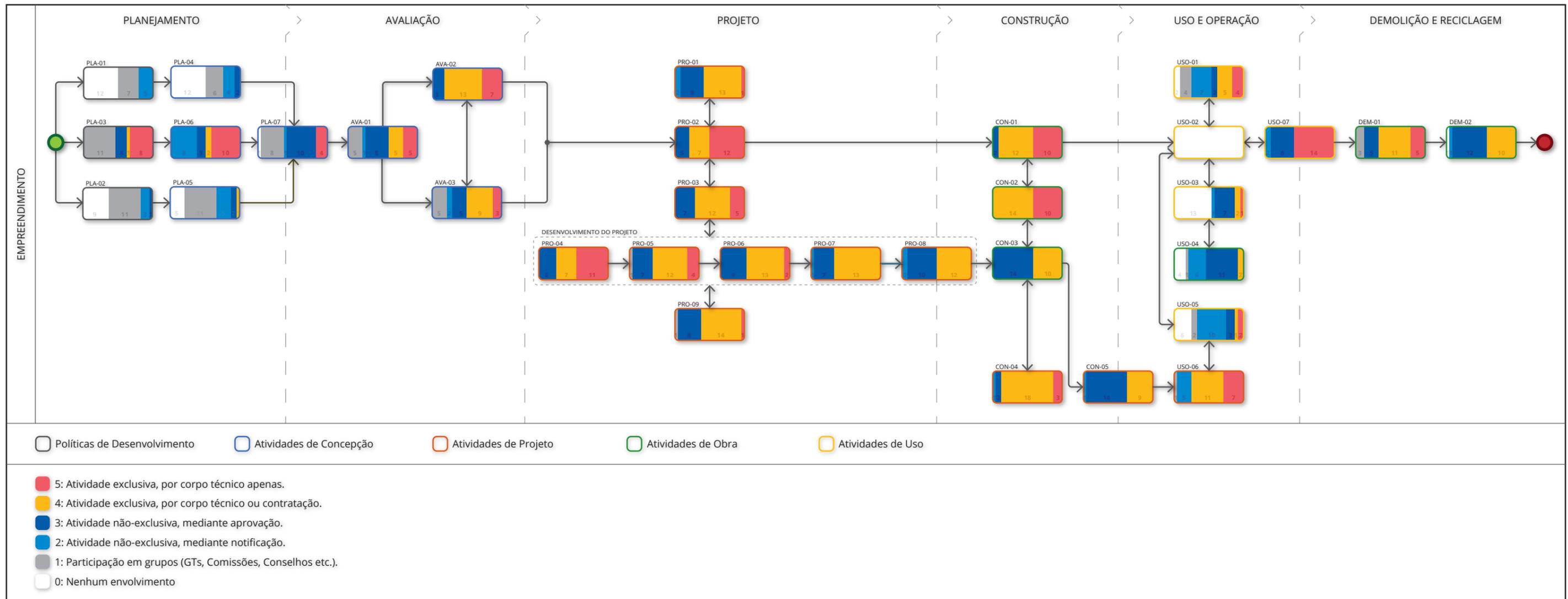
A.2.1 FLUXOGRAMA DE EMPREENDIMENTOS NA USP

(VER AMPLIAÇÕES A SEGUIR)



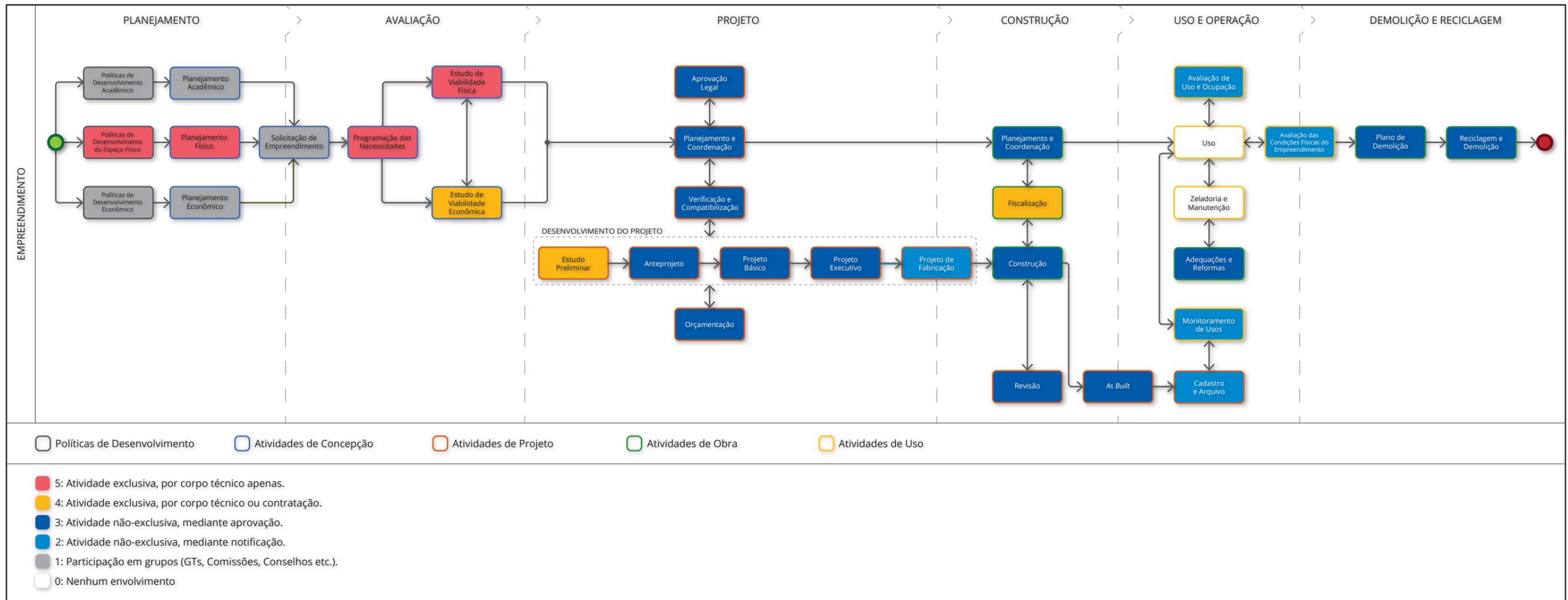
APÊNDICE A.2 - FLUXOGRAMAS

A.2.2 MAPEAMENTO GRÁFICO DAS RESPOSTAS DOS ENTREVISTADOS SOBRE O FLUXOGRAMA (VER AMPLIAÇÕES A SEGUIR)



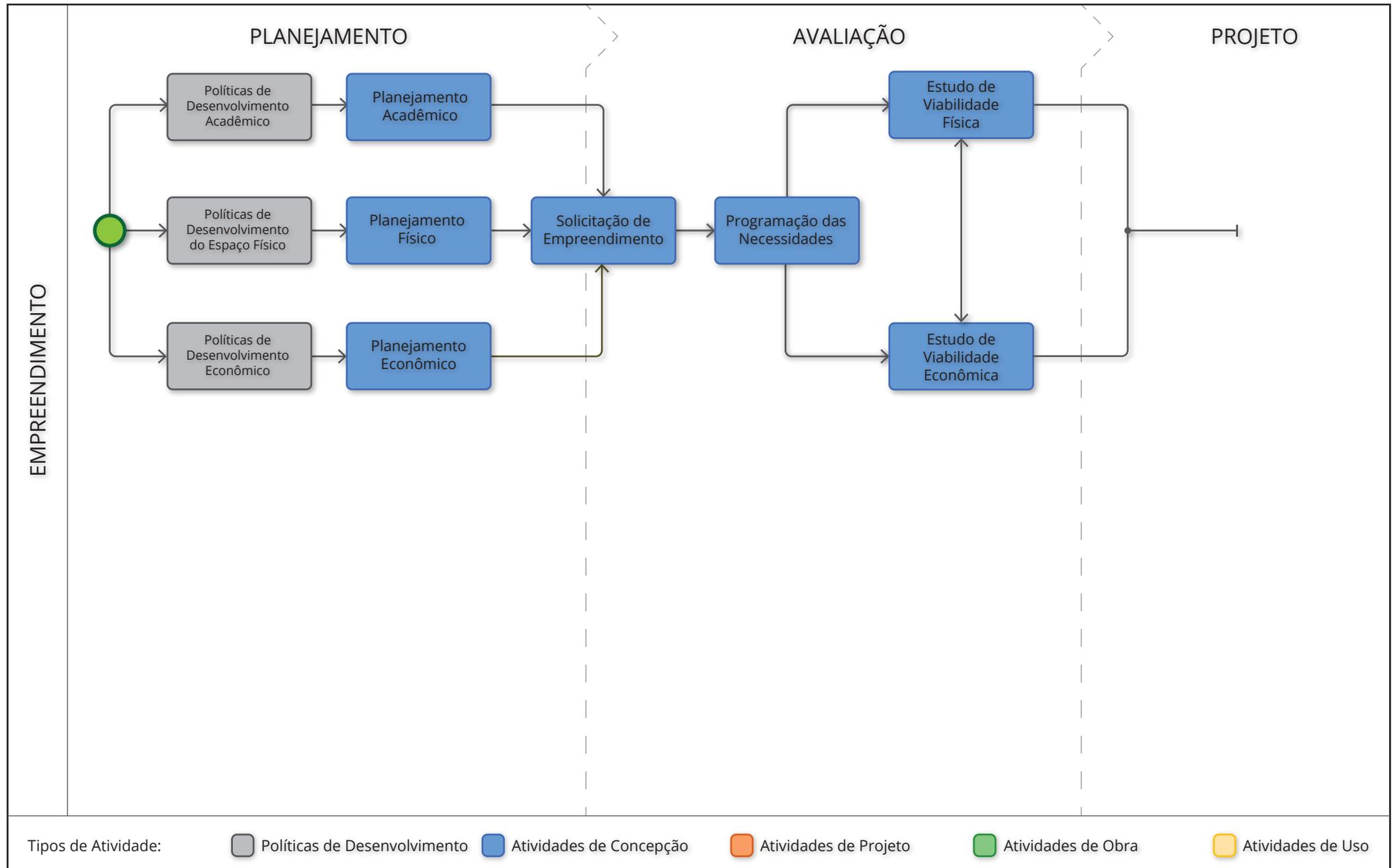
APÊNDICE A.2 - FLUXOGRAMAS

A.2.3 PROPOSTA DE CONCENTRAÇÃO DE TAREFAS NO FLUXOGRAMA (VER AMPLIAÇÕES A SEGUIR)



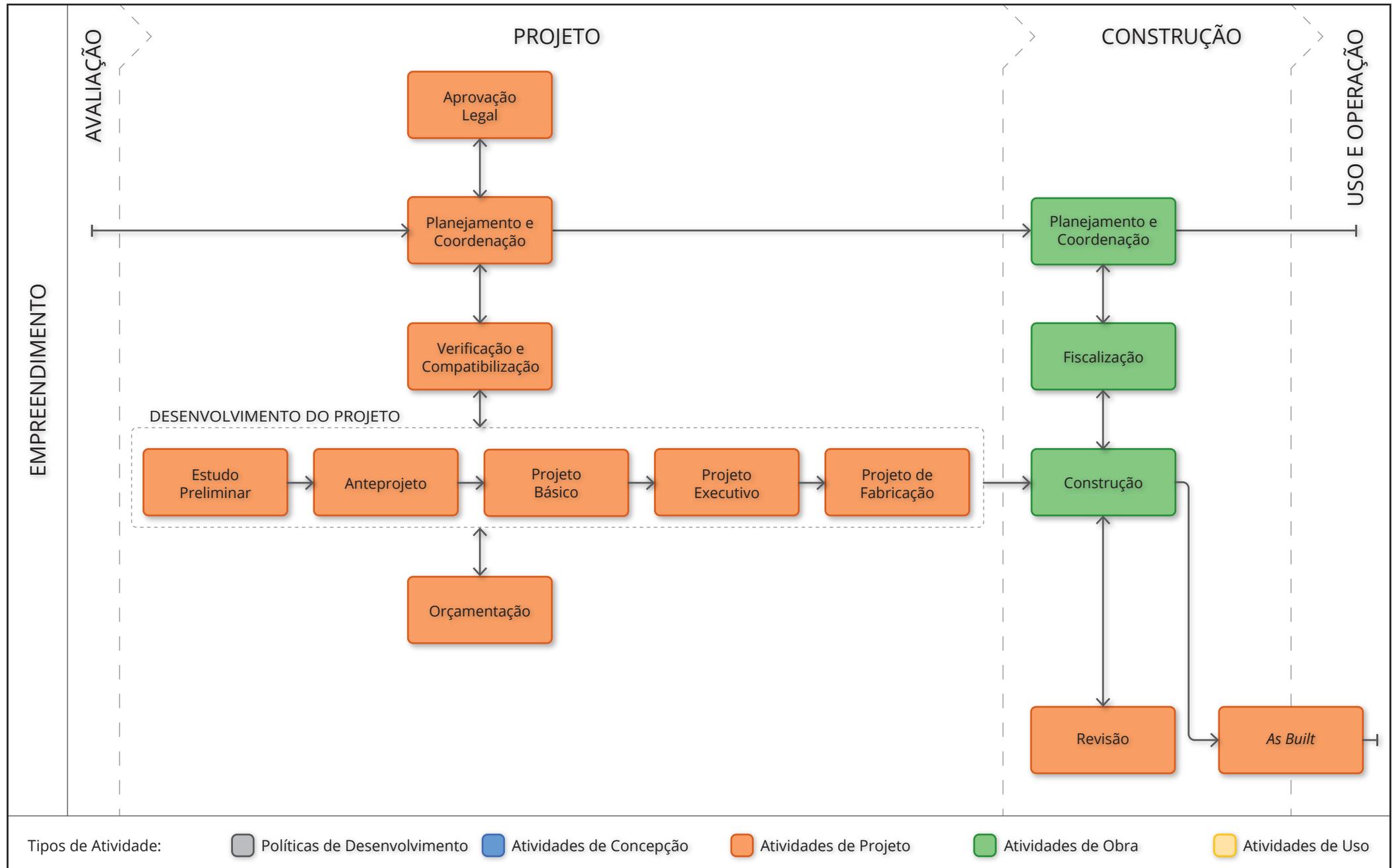
APÊNDICE A.2 - FLUXOGRAMAS

A.2.1 FLUXOGRAMA DE EMPREENDIMENTOS NA USP - AMPLIAÇÃO 1 DE 3



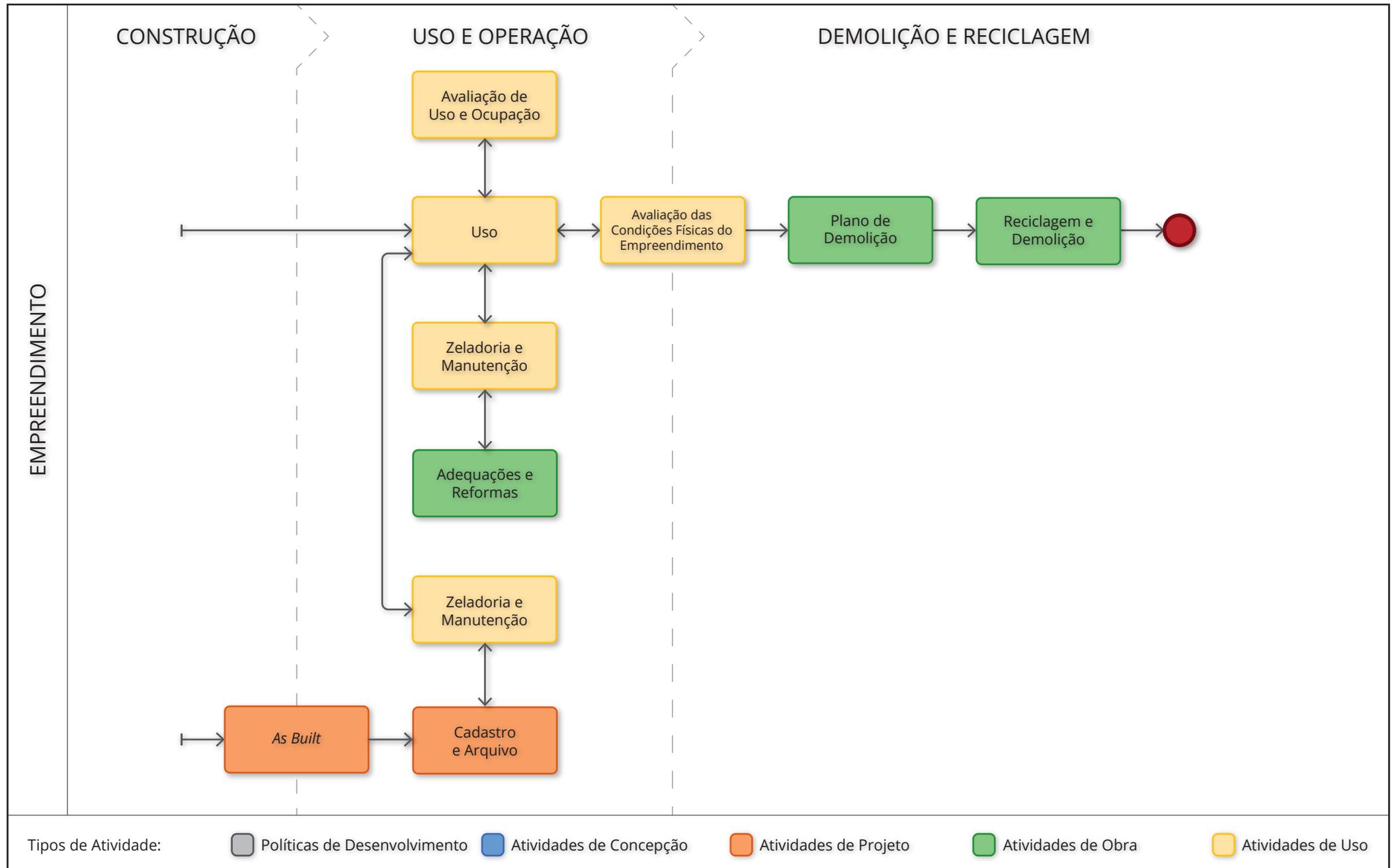
APÊNDICE A.2 - FLUXOGRAMAS

A.2.1 FLUXOGRAMA DE EMPREENDIMENTOS NA USP - AMPLIAÇÃO 2 DE 3



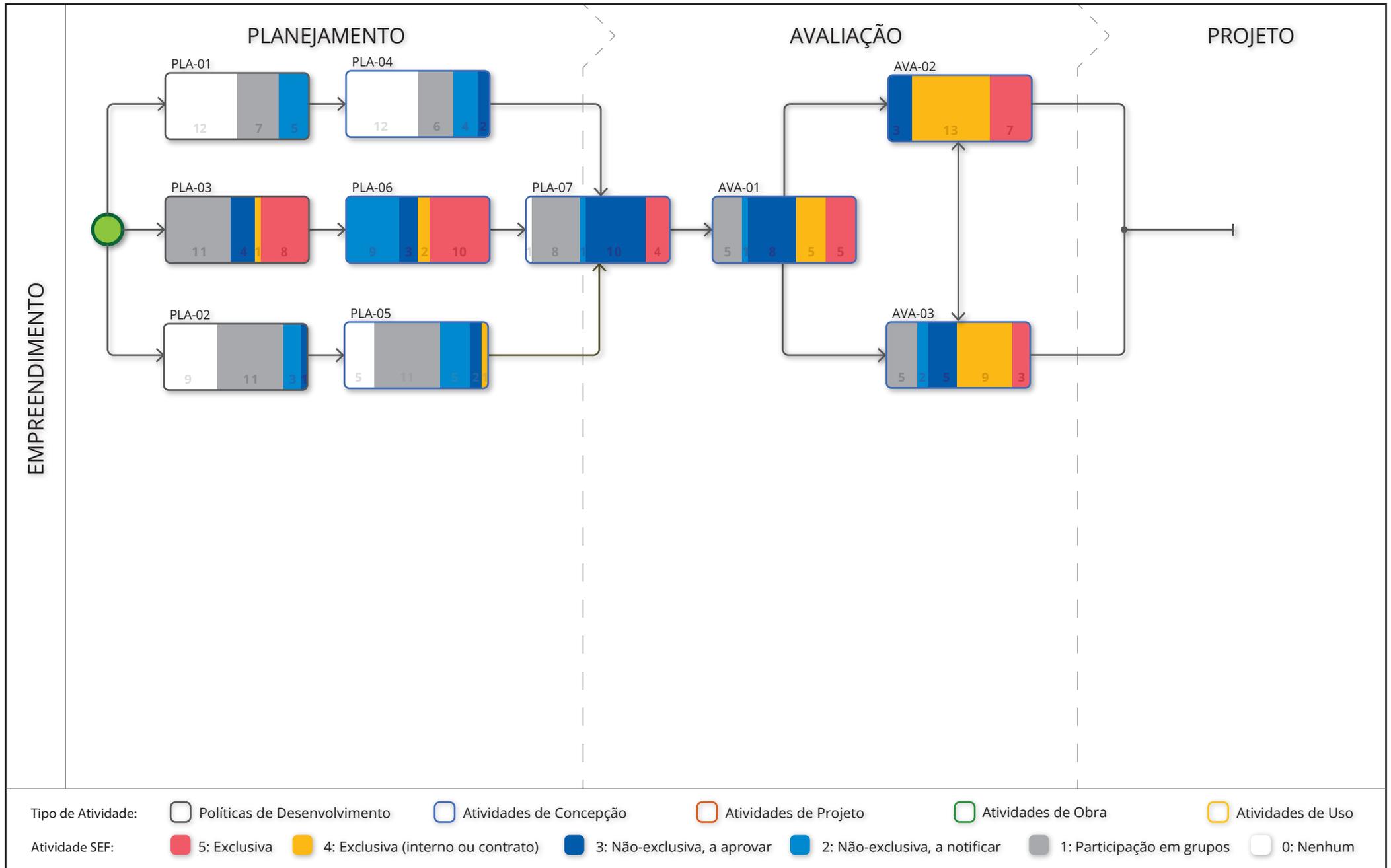
APÊNDICE A.2 - FLUXOGRAMAS

A.2.1 FLUXOGRAMA DE EMPREENDIMENTOS NA USP - AMPLIAÇÃO 3 DE 3



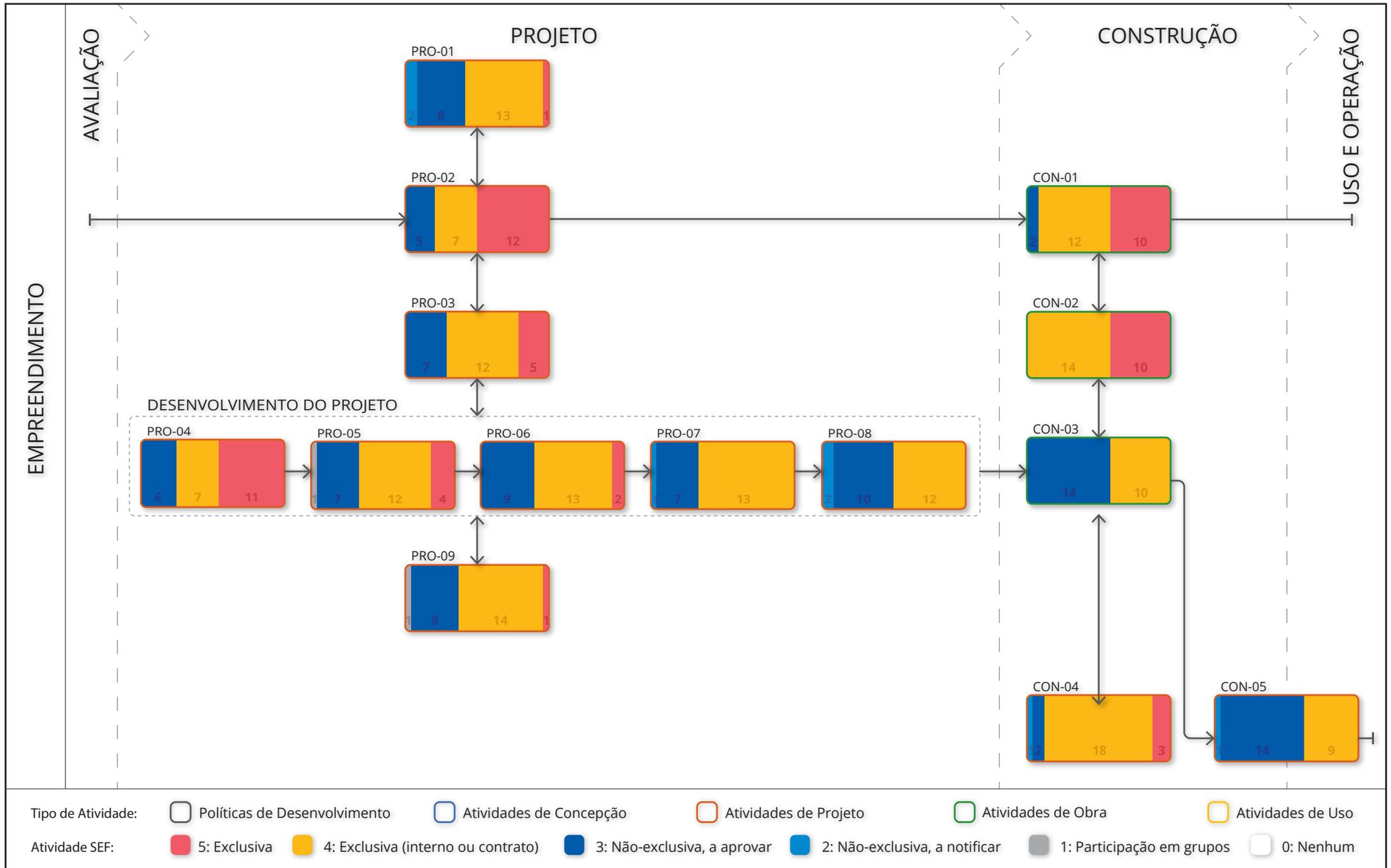
APÊNDICE A.2 - FLUXOGRAMAS

A.2.2 MAPEAMENTO GRÁFICO DAS RESPOSTAS DOS ENTREVISTADOS SOBRE O FLUXOGRAMA - AMPLIAÇÃO 1 DE 3



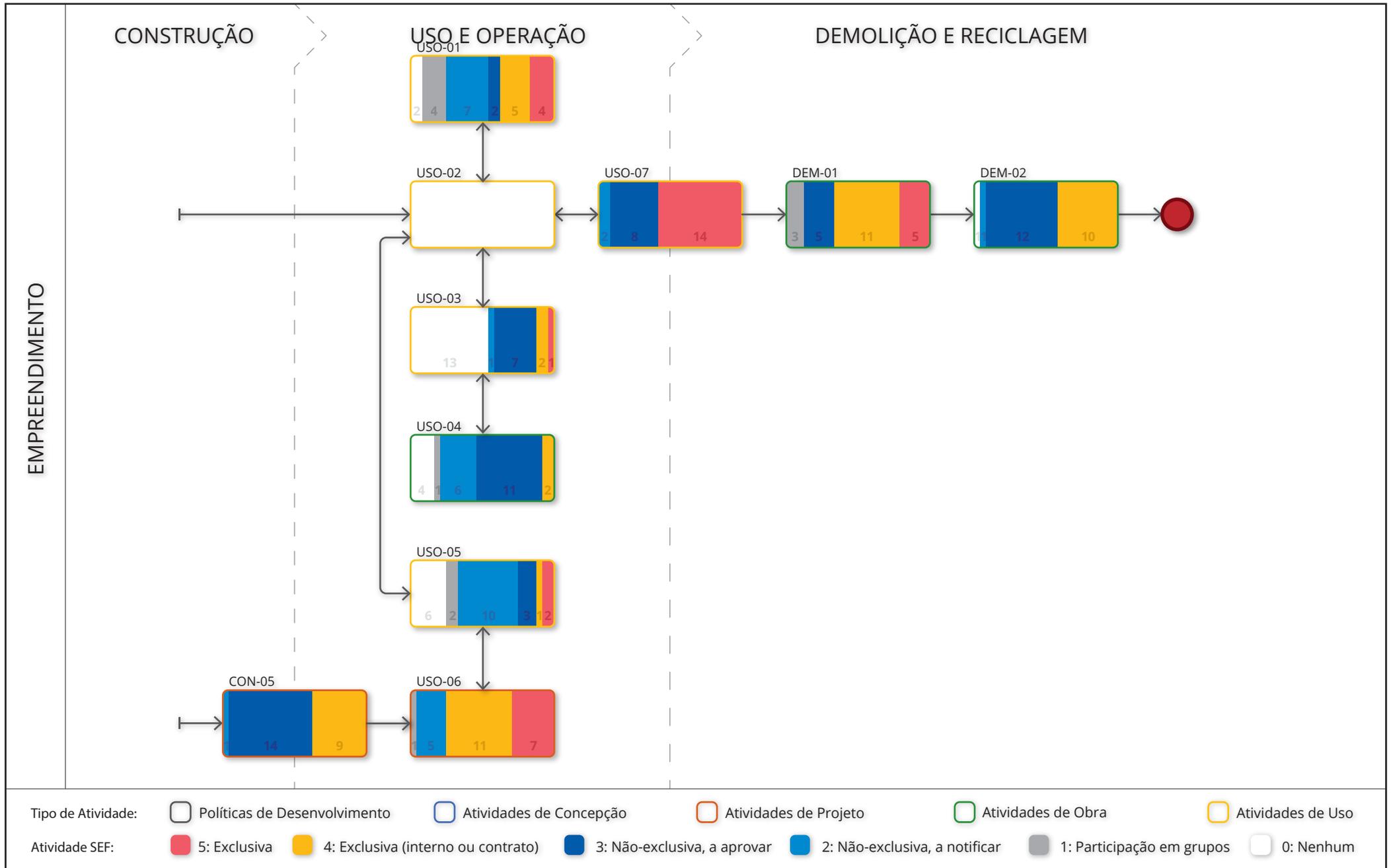
APÊNDICE A.2 - FLUXOGRAMAS

A.2.2 MAPEAMENTO GRÁFICO DAS RESPOSTAS DOS ENTREVISTADOS SOBRE O FLUXOGRAMA - AMPLIAÇÃO 2 DE 3



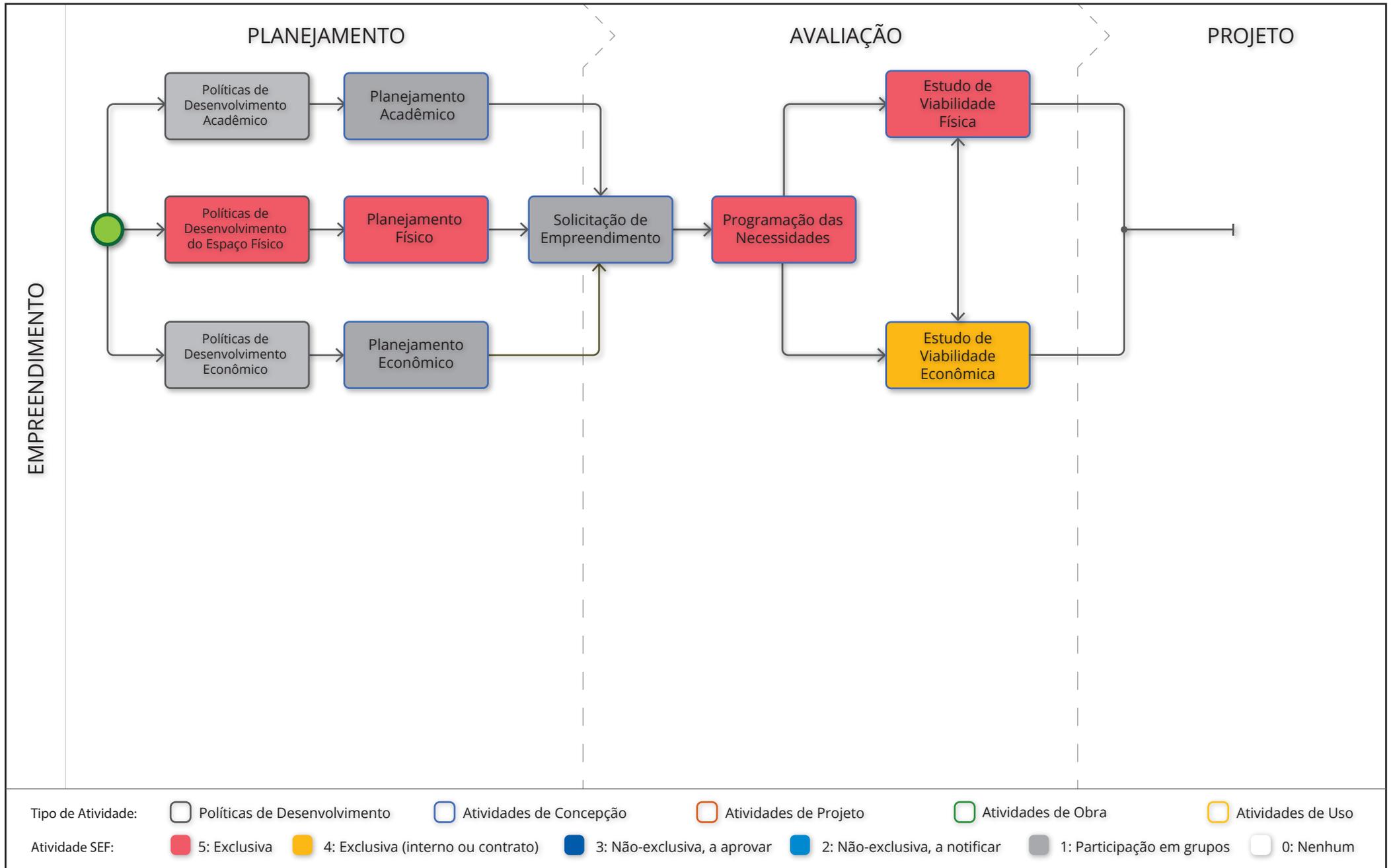
APÊNDICE A.2 - FLUXOGRAMAS

A.2.2 MAPEAMENTO GRÁFICO DAS RESPOSTAS DOS ENTREVISTADOS SOBRE O FLUXOGRAMA - AMPLIAÇÃO 3 DE 3



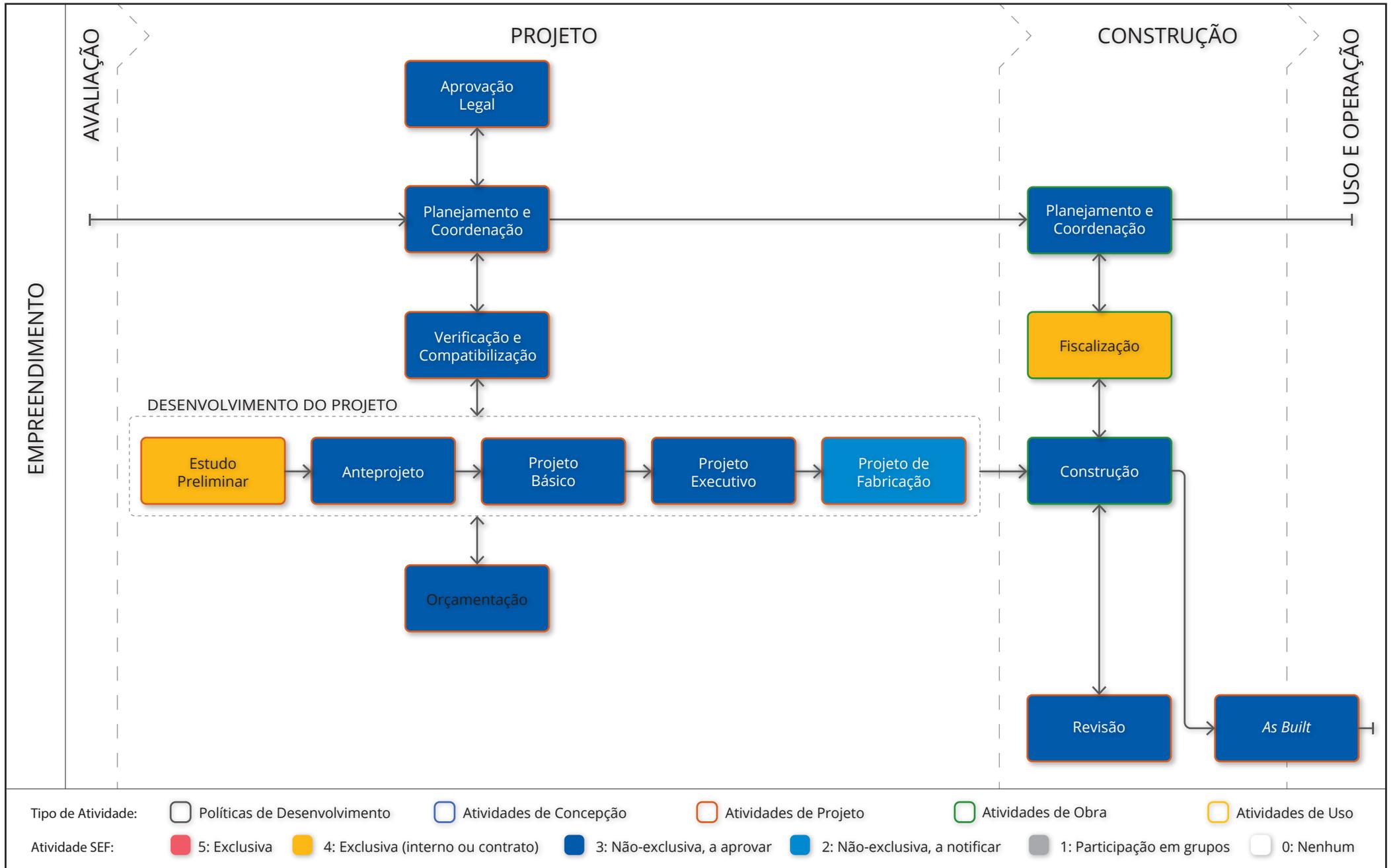
APÊNDICE A.2 - FLUXOGRAMAS

A.2.3 PROPOSTA DE CONCENTRAÇÃO DE TAREFAS NO FLUXOGRAMA - AMPLIAÇÃO 1 DE 3



APÊNDICE A.2 - FLUXOGRAMAS

A.2.3 PROPOSTA DE CONCENTRAÇÃO DE TAREFAS NO FLUXOGRAMA - AMPLIAÇÃO 2 DE 3



APÊNDICE A.2 - FLUXOGRAMAS

A.2.3 PROPOSTA DE CONCENTRAÇÃO DE TAREFAS NO FLUXOGRAMA - AMPLIAÇÃO 3 DE 3

