

# **INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA**

## **MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO PARA GESTÃO DE PROJETOS DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA DE DEFESA**

### **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Defesa – Doutorado**

Autor: Giuseppe Miceli Junior

Orientadores: Paulo César Pellanda e Marcelo de Miranda Reis

#### **RESUMO**

Esta tese de doutorado trata do desenvolvimento de um procedimento para gestão de projeto de obras, com utilização da modelagem da informação da construção (BIM, do inglês Building Information Modeling), no Sistema de Obras Militares (SOM) do Exército Brasileiro, uma organização com mais de 650 unidades militares com abrangência nacional, com requisitos particulares de gestão de projetos. Após uma revisão bibliográfica, foram desenvolvidas uma avaliação do ambiente atual e a modelagem de processos as is em duas unidades executoras do SOM, que, com exceções, mostrou estar passando uma implantação BIM baseada na modelagem geométrica. Com esta compreensão, foi desenvolvido um procedimento de gestão de projetos derivado da ISO 19650, que trata do gerenciamento da informação utilizando BIM, e da PAS 1192-5, que trata da segurança da informação em modelos da informação da construção. As atividades dentro do procedimento englobam três eixos de gestão principais que se mostraram interligados: a gestão do modelo de informação com segurança das informações, a gestão do produto com a desenvolvimento do design e a gestão da governança federal. O procedimento foi avaliado na Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo, em que também foi acompanhada a evolução de uma prova de conceito durante a execução de um projeto. Esta tese conclui que, no ambiente público brasileiro, uma implantação BIM deve obrigatoriamente contemplar mudanças de processos nos três eixos de gestão supracitados, considerando ainda atividades que levem em consideração a cultura, o marco legal e as limitações de cada unidade executora. Por fim, a avaliação realizada no procedimento atesta sua robustez para ser futuramente aplicado no Sistema de Engenharia do Exército, migrando para uma melhor modelagem baseada em informações dos modelos de construção.

#### **1 INTRODUÇÃO**

Em 2008, com o fim de reorganizar e reorientar as Forças Armadas, foi criada a Estratégia Nacional de Defesa (END), sendo posteriormente revisada em 2012. A END estrutura-se em

quatro eixos principais, e em um deles, as Forças Armadas devem se organizar e se orientar para melhor desempenharem sua destinação constitucional.

Para responder às demandas da END, foram definidos os Projetos Estratégicos e Estruturantes que apoiam o chamado Processo de Transformação do Exército, com a definição de uma nova doutrina no emprego de produtos de defesa e profissionais, que exigem do Sistema de Engenharia do Exército (SEEx) as intervenções necessárias para a construção da infraestrutura de defesa necessária para que os objetivos dos Projetos sejam alcançados. Ou seja, trata-se das construções necessárias que possibilitam direta ou indiretamente a defesa de uma ou de um conjunto de localidades.

Da mesma forma, define-se obras militares como os serviços e obras de engenharia executados em área ou edificação titulada à União e jurisdicionada ao Exército, podendo se desdobrar em construção, ampliação, reforma, adaptação, restauração, reparação ou adequação. Sob a égide do SEEx são gerenciadas as construções e as manutenções do conjunto do ambiente construído jurisdicionado ao Exército Brasileiro.

O ciclo de vida de uma obra militar inicia-se com a decisão pela sua construção, passando pelo seu projeto, sua licitação, sua execução, sua entrega ao interessado usuário e em seguida sua utilização, podendo se seguir fases de reformas, recondiçionamentos ou demolições totais ou parciais, tudo conforme a necessidade. Sua administração envolve processos complexos e trabalhos de diferentes áreas do conhecimento, podendo ser citadas, em uma lista não exaustiva, a Arquitetura, a Engenharia Civil, a Engenharia Elétrica, a Engenharia Mecânica, a jurídica, a contábil e a Administração.

Dessa forma, equipes multidisciplinares têm necessidades de informações que levem ao desenvolvimento de técnicas próprias de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) para atendimento de gerência de suas demandas. Se o trabalho é feito de forma isolada, muitos retrabalhos podem ocorrer, com conseqüente desperdício de tempo e de custos da obra (MELHADO, 1994; MANZIONE, 2013).

No âmbito da indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), o principal paradigma para a melhoria da gestão do processo de projeto é a Modelagem da Informação da Construção (BIM, dos termos em inglês Building Information Modelling), definido por SUCCAR (2009a) como fio conjunto em expansão de tecnologias, processos e políticas que permitem que várias partes interessadas possam, de maneira colaborativa, projetar, construir e operar qualquer tipo de edificação ou instalação em um espaço virtual.

Segundo CHENG et al. (2016), o principal cerne que impulsiona essa melhoria é a mudança do ponto de vista da intenção do projeto, que se desloca de representações por meio de entidades

geométricas para uma representação por objetos inteligentes que possuem significado semântico que carregam consigo informações detalhadas. O Modelo de Informação da Construção (Building Information Model) ou BIModel é o conjunto desses objetos, e de acordo com MANZIONE (2013) é a coluna dorsal do BIM.

No campo privado, casos bem-sucedidos de implantação do BIM no trabalho das empresas têm se multiplicado, como pode ser visto em CBIC (2016d), com a ampla utilização dos modelos da informação da construção para o gerenciamento de atividades de construção.

Por outro lado, no campo público, as experiências no Brasil têm sido esparsas e não coordenadas entre si, com implantações localizadas em órgãos como Petrobras, Departamento Nacional de Infraestruturas de Transportes (DNIT) e Banco do Brasil. Talvez a experiência estatal de maior sucesso seja a desenvolvida pelos Estados de Santa Catarina e Paraná, como descrito por CUNHA (2016) e MATOS (2016), além de outras iniciativas localizadas em outros órgãos estaduais e federais.

Desta forma, se for desejada uma implantação bem-sucedida do BIM no âmbito de qualquer Força Armada, acredita-se que ela deva levar em consideração algumas especificidades das obras militares, além das normalmente requeridas em qualquer processo de implantação em uma organização.

A primeira especificidade se refere à própria natureza de uma obra militar, que normalmente carrega uma complexidade que não está presente em obras comuns. Do ponto de vista da construção, como em qualquer obra, devem ser sempre atendidas as especificações técnicas do cliente, assim como devem ser obedecidos os prazos e os custos. Contudo, do ponto de vista da operação, devem ser verificados ainda outros requisitos, como a garantia do desempenho, da eficiência energética (TEIXEIRA. 2018), da funcionalidade e da qualidade da informação sob a ótica da sua utilidade pós conclusão da obra, pois o órgão responsável pelo projeto e pela construção o será também pela gestão de todo ciclo de vida das edificações.

A segunda especificidade se refere ao fato de uma obra militar também ser uma obra pública na grande maioria dos casos. Dessa forma, devem estar sempre submetidas a regras de governança e de auditoria pública interna e externa para garantir o atendimento aos princípios norteadores da Administração Pública. No caso do Exército Brasileiro (EB), essa responsabilidade se estende por uma área equivalente a 85 por cento do território do Sergipe, segundo NASCIMENTO et al. (2015).

A terceira especificidade inerente se refere ao gerenciamento do processo de projeto pelas unidades executoras. É necessário que os dados referentes ao projeto sejam gerados por meio de modelos de informação da construção, visando a integração dos gestores, órgãos executivos

e usuários das obras geridas. Há necessidade ainda de uma incorporação de procedimentos no dia a dia dos serviços de gerenciamento de obras, como por exemplo, modelagem geométrica, procedimentos para compatibilização e verificação da adequabilidade do projeto e modelos de gerenciamento de prazo e do orçamento da construção.

Há ainda uma quarta especificidade ao lidar com obras militares, que se refere à segurança da informação que lhes é inerente. Torna-se importante o cuidado com o manuseio dos dados a serem inseridos ou geridos nos modelos de informação da construção, principalmente por se tratar de obras com destinações sensíveis, como por exemplo, reservas de armamentos e de materiais diversos de emprego militar, paióis de munição e ambientes de salvaguarda de documentos sigilosos. Assim, no procedimento a ser criado devem ser incluídas salvaguardas de segurança digitais e documentais, de modo a permitir uma proteção das informações que se refiram a dados sigilosos.

Esta tese pretende determinar um procedimento para o desenvolvimento e uso de modelos de informação da construção no processo de projetos e obras de arquitetura e engenharia no âmbito do Sistema de Obras Militares (SOM) do EB, em substituição ao procedimento em execução atualmente. A pesquisa é importante para o EB, servindo de arcabouço para conduzi-lo a uma nova realidade para a gerência de obras militares.

No âmbito deste trabalho, não serão analisadas, para a modelagem dos processos necessários para a proposta de metodologia, as etapas referentes ao estudo da cadeia de valor do EB. É apenas analisado o fluxo de trabalho e o modelo do processo de gerência de obras militares pelo Departamento de Engenharia e Construção (DEC).

## **2 FATORES INFLUENCIADORES NA EFICIÊNCIA DE ADOÇÃO BIM**

A adoção do BIM em ambientes envolve vários conjuntos de fatores que influenciam os resultados dessa implementação.

MANZIONE (2013), com base em pesquisas qualitativas e quantitativas, desenvolveu uma estrutura conceitual com amplitude e detalhamento suficientes para desenvolver modelos de processos específicos para o projeto em BIM. Foram nela enfatizadas a gestão do processo e a gestão da modelagem de informação integradas, considerando o trabalho colaborativo de projeto e a interoperabilidade da informação por meio do formato IFC. As fases do processo definidas por MANZIONE (2013) iniciavam-se por um programa de necessidades, passando pelas fases de planejamento da obra e terminando com a geração de documentos para a contratação e a licitação do projeto. Desta forma, o pesquisador baseou sua estrutura conceitual em três eixos, voltados para o mercado imobiliário: a gestão do processo do empreendimento,

a gestão do processo de projeto e a gestão da modelagem da informação da construção e de suas propriedades geométricas e não geométricas.

SOUZA (2016) utilizou pesquisa construtiva para propor um modelo de gestão do processo e projeto em construtoras. Foram estudados três estudos de caso: um na Inglaterra e dois no Brasil. A partir de estruturas semiestruturadas, foram feitas considerações a respeito de quatro pilares influenciadores na adoção BIM: gestão do produto, apoio à gestão, gestão de suporte à modelagem e a gestão da colaboração. Com vistas ao aumento da eficiência do processo de projeto, e baseada na análise de dois estudos de caso, foi gerada uma estrutura de tarefas para a gestão do processo de projeto para empresas construtoras e incorporadoras, definida ao longo de cinco fases: concepção, definição do produto, detalhamento do produto, construção e ocupação e de grupos de atividades para cada um dos pilares supracitados.

FRANCA (2016) desenvolveu uma estrutura conceitual para a gestão de informações de construção de tipologia padronizada, direcionando a modelagem da construção para enfatizar características do ciclo de vida de edificação. Objetivou, assim, a gestão do patrimônio com disponibilidade ampla de informação por meio de um modelo da informação da construção, evoluindo ao longo de cinco fases: planejamento, projeto, produção, ocupação, uso e desconstrução. Essa tem como evento inicial a demanda pela construção de uma nova construção e como final o descomissionamento, a desconstrução ou a decisão de inviabilidade da construção como eventos finais. Infere-se assim que existe uma correspondência entre as fases de desenvolvimento do modelo e desenvolvimento do produto.

PEREIRA (2017) propôs em sua tese um plano de execução BIM, por meio de pesquisa construtiva, para a implantação do BIM para a Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura (SUMAI) da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Suas diretrizes consideraram o BIM como um agente da melhoria do processo de projeto, agindo simultaneamente na gestão da modelagem e no desenvolvimento do produto, beneficiando o processo de governança da SUMAI da UFBA.

Levando em consideração as estruturas conceituais anteriores e aplicando-as às especificidades do SOM pode-se agrupar os fatores inerentes a uma boa adoção em três grupos de ações:

- Gerência de modelo: Ações de gestão inerentes aos modelos, referindo-se ao uso de modelos de informações de construção no gerenciamento de processos e todas as especificações relacionadas, incluindo o esforço de adoção BIM nas organizações;
- Gerência de produto: Ações de gestão da concepção e desenvolvimento do projeto (design) de produtos, referentes à adequação do produto às especificações técnicas do

cliente e cumprimento de prazos e custos, bem como a forma como as construções são projetadas pela equipe;

- Gerência de governança: Ações de gestão da governança pública, que submete todo e qualquer esforço do projeto às regras internas e externas de governança e auditoria, a fim de garantir os princípios da Administração Pública e sua responsabilidade perante os cidadãos.

A estas ações devem ser adicionadas as atividades relacionadas com a segurança digital no desenvolvimento dos modelos da informação da construção, como condição *sine qua non* para o desenvolvimento de projetos de obras militares e sensíveis.

Os três eixos nesta tese formam uma estrutura triaxial de adoção de BIM no ambiente público ilustrada abaixo, e são explicadas nas próximas seções.

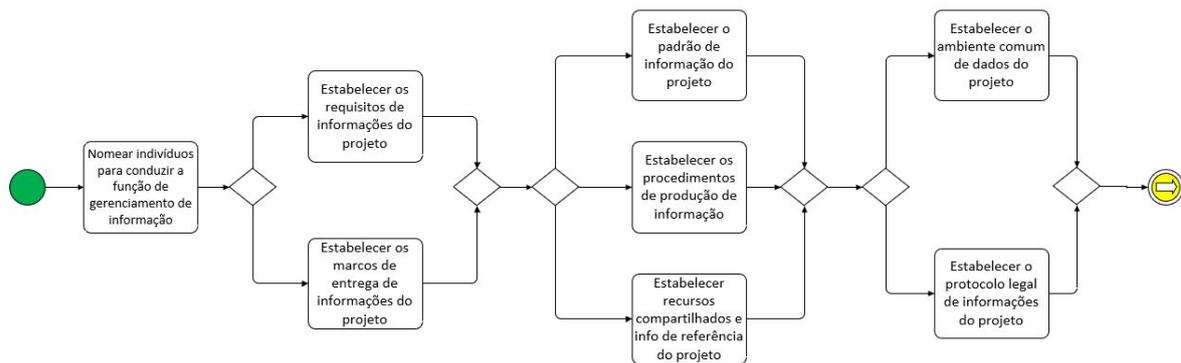


## 2.1 GESTÃO DO MODELO

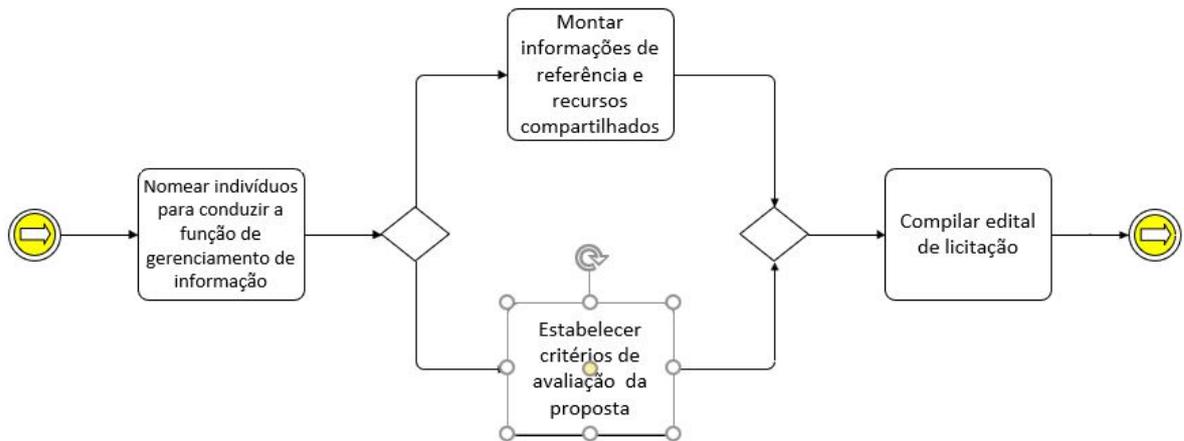
Por gestão do modelo, são englobadas todas as ações referentes ao gerenciamento do processo de projeto pelas organizações por meio de modelos de informação da construção. O objetivo sempre é a integração dos gestores, órgãos executivos e os usuários das obras geridas. Para isso, incorpora-se procedimentos específicos de gestão de informação no dia a dia do gerenciamento de obras. Engloba-se tanto as metodologias de adoção e de implantação do BIM em organizações públicas como as tarefas de gestão das informações do modelo, com a regulação do fluxo de informação e dos procedimentos de interoperabilidade e colaboração.

As etapas que se seguem a uma decisão pelo início de uma contratação BIM, de acordo com a norma internacional ISO 19650, geralmente seguem oito etapas sequenciais (ISO, 2018b,a), como mostrado a seguir:

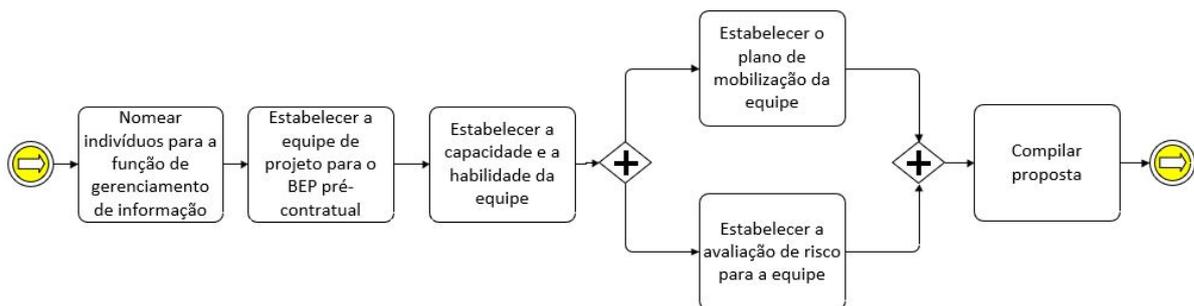
- Avaliação e necessidade: Deve esclarecer as regras, responsabilidades e atividades para o gerenciamento da informação com especificações técnicas, cronograma e obrigações gerais. Desta forma, engloba a nomeação da equipe de gerenciamento da informação e ao estabelecimento, pelo contratante, dos requisitos de informação do projeto, dos marcos de entrega das informações, do padrão de informação do projeto bem como os procedimentos de informação do projeto. Devem ser estabelecidas ainda o CDE do projeto e o protocolo de informações do projeto, tudo obedecendo à sequência mostrada a seguir (ISO, 2018b).



- Convite para licitação: GONÇALVES (2018) compara esta fase à licitação pública para contratação desenvolvida pelos órgãos públicos ou à carta-convite desenvolvida pelas empresas privadas. Há um aumento do detalhamento das informações levantadas na primeira fase, onde os requisitos mínimos referentes ao fluxo de informação e seu gerenciamento devem ser definidas. Tais necessidades devem ser compiladas em um documento, o edital de licitação, que o mercado público ou privado tome conhecimento do processo e assim, o escopo seja atingido. Desta forma, envolve ainda o estabelecimento de critérios de avaliação e de preenchimento da proposta, sendo eles critérios qualitativos (como a entrega de determinados documentos comuns às licitações como declarações e certidões de acervo técnico) ou quantitativos (quando se estabelece pesos para avaliar a melhor técnica em licitações que englobem este critério) (ISO, 2018b). A sequência referente a esta fase é mostrada a seguir.

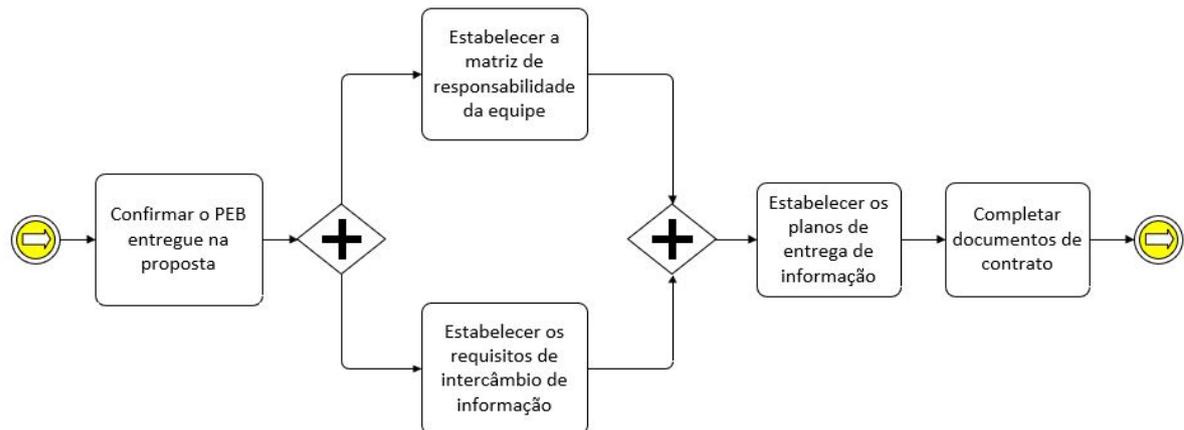


- Resposta à licitação: GONÇALVES (2018) compara esta fase ao desenvolvimento, pelos licitantes, das propostas para atender às licitações ou aos processos de cotação. Nesta fase, a empresa licitante deve desenvolver sua proposta baseando-se na seleção de sua equipe de projeto, avaliando sua capacidade e habilidade de desenvolvimento do projeto. Deve ser desenvolvido ainda o plano de mobilização e de gerenciamento de risco para o desenvolvimento do projeto. A licitante assim estabelece, em sua proposta, as condições de implantação do projeto que serão obedecidas por ela se o contrato lhe for adjudicado, como os objetivos da modelagem e do desenvolvimento de informações, e o cronograma de entrega de projeto, assim como um PEB pré-contratual (ISO, 2018b; HOLZER, 2016). Assim, na fase de avaliação das propostas, o contratante possuiria todas as informações necessárias para pôr as licitantes sob as mesmas condições de avaliação e, enfim, declarar o resultado da licitação;



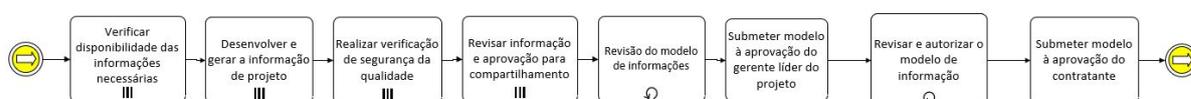
- Contratação: Nesta fase, o contratante deve confirmar o PEB pré-contratual entregue pela empresa vencedora da licitação, estabelecendo o PEB do projeto juntamente com uma matriz de responsabilidade detalhada da equipe contratada para o desenvolvimento do projeto. O PEB pós-contratual confirmado engloba todas as diretrizes que possibilitam o fluxo de trabalho do BIM: modelagem, vinculação de arquivos, compartilhamento de trabalho, conjuntos de trabalho, interoperabilidade entre programas e colaboração entre profissionais.

Também regula todas as entregas que seriam produzidas (por exemplo, levantamento de quantitativos de serviços, modelos de modelo, vistas de modelo, anotações, folhas e padrões de modelo) que se referem especificamente ao projeto a ser desenvolvido, podendo englobar ainda informações de desenvolvimento do produto (ISO, 2018b; HOLZER, 2016). Os planos de execução BIM não são absolutos ao longo do desenvolvimento do projeto, sendo aperfeiçoáveis ao longo do desenvolvimento do projeto por ação do contratante ou da contratada;



- **Mobilização:** Destinada ao teste dos processos, políticas e tecnologias que pré-estabelecidas durante o PEB entregue pela contratada para que o projeto (project ) tenha condições para ser gerenciado. Com relação às tecnologias, são entendidas como os meios de suporte para tornar possível o desenvolvimento do projeto (design) e o trabalho em BIM. Engloba a aquisição e as instalações dos hardware, software, das redes de computadores e das soluções de compartilhamento de informações como o CDE. Em relação às políticas, entende-se como aquelas normativas que disciplinam o fluxo de trabalho em BIM, sejam elas contratuais, regulatórias do fluxo de informação entre os modelos ou preparatórias para o trabalho com BIM, como os treinamentos nos software a serem utilizados. Em relação aos processos, são relacionados com os recursos humanos, a infraestrutura, os esforços de liderança e a produção dos entregáveis e de como tudo isso se relaciona em um processo de fluxo de informação no projeto (SUCCAR, 2009b), ocupando o início da implantação e almejando a definição dos processos de projeto (ISO, 2018b; GONÇALVES, 2018).
- **Produção Colaborativa da Informação:** Tem como fundamento a produção colaborativa de trabalho em todas as fases com intuito de alcançar os objetivos, tendo como base o processo de modelagem em si, que está sempre relacionado a um processo de design com alta interoperabilidade da ferramenta BIM e ampla colaboração entre os profissionais. Engloba todo o processo de desenvolvimento com criação de modelos da informação da construção em obediência a diretrizes do PEB ou, em algumas implantações, a um Plano de Execução BIM

desenvolvido especialmente para o projeto (design) (ISO, 2018b; HOLZER, 2016). A modelagem de todas as disciplinas e do modelo BIM federado é sempre desenvolvido pela equipe do projeto, juntamente com o gerenciamento de produtos com grande participação e/ou ajuda da equipe de consultores. Geralmente, o gerenciamento da informação produzida entre o contratado e os participantes do projeto (project ) são realizadas em pontos de decisão ao longo do contrato, representados como losangos vermelhos como exemplificada na FIG. 2.16 abaixo, em que também são realizados intercâmbios de informação entre os interessados e representados por círculos verdes (ISO, 2018a,b).



- Entrega do Modelo de Informações: Fase reservada para consolidação e disponibilização ao contratante dos entregáveis de projeto: documentos, modelos da informação da construção e informação e dados produzidos. Trata-se de um marco onde o contratante faz a verificação final do modelo do projeto, concluindo pela sua aceitação ou não. Após a conclusão do projeto, a contratada deve arquivar todos os dados no CDE (ISO, 2018a,b). Essas duas fases de produção colaborativa da informação são representadas na FIG. 2.21 a seguir.
- Fechamento do Projeto: Fase reservada ao arquivamento do ambiente comum de dados e à consolidação das lições aprendidas para projetos futuros e inclui-los em futuras adaptações do PEB (ISO, 2018b).

## 2.2 GESTÃO DO PRODUTO

Por gestão do produto nesta tese, são englobadas as ações referentes à adequação do produto às especificações técnicas do cliente, a obediência aos prazos e custos máximos da obra e a garantia do desempenho e da funcionalidade da construção. Envolve ainda todos os documentos que os regulam, como programas de necessidades, análises de sustentabilidade, regras de orçamentação e elaboração de cronogramas, normas de fiscalização de obras e atendimento a normas de desempenho, operação e qualidade.

As NBR 16636 dividem o esforço do projeto em duas fases principais cuja descrição é representada a seguir:

- Preparação do projeto (design): Engloba as atividades a serem desenvolvidas para produção de subsídios ao projeto, englobando o levantamento de informações preliminares para o projeto (design), o desenvolvimento do programa geral de necessidade, o estudo de viabilidade do empreendimento e o levantamento das informações técnicas específicas. Tem

como objetivo gerar todas as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto (ABNT, 2017);

- Elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos: Engloba a determinação e representação prévias da configuração arquitetônica de edificação, concebida e desenvolvida mediante a coordenação e a orientação geral dos projetos de todos os elementos da edificação, dos sistemas prediais de instalações, dos componentes construtivos e da especificação dos materiais de construção, gerando o projeto completo da edificação, por meio do processo de sua compatibilização. Engloba os levantamentos de dados, os programas de necessidades, o desenvolvimento dos estudos preliminares, dos anteprojetos, dos projetos básicos e dos projetos executivos do empreendimento (ABNT, 2017).

Por outro lado, no caso do EB, as mais novas instruções determinam oito etapas para a preparação do projeto e o desenvolvimento do produto, enumeradas em seguida com as informações mínimas requeridas em cada fase:

- Levantamento de Dados (LD): destinada à coleta de informações de referência que representem as condições preexistentes do terreno;
- Programa de Necessidades (PN): documento preliminar do projeto que caracteriza o empreendimento e contém o levantamento das informações necessárias, sendo as principais os quadros de cargos e de dotação de material;
- Estudo de Viabilidade (EV): consiste na avaliação e na análise das alternativas para a concepção do empreendimento, elegendo a que melhor atenda aos aspectos técnicos, econômicos, ambientais e sociais. Engloba ainda o desenvolvimento do PDOM do projeto;
- Estudo Preliminar (EP): destinado ao desenvolvimento do programa de necessidades do projeto;
- Anteprojeto de Arquitetura (AP): concepção avançada de uma obra baseada no programa estabelecido, no estudo preliminar, com definições do partido arquitetônico e peculiaridades dos projetos de engenharia. Ao final do Anteprojeto de Arquitetura é necessário o processo de pré-análise a ser realizado pela DOM;
- Projeto Básico (PB): conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do

prazo de execução. Ao final do projeto de arquitetura é necessário o processo de análise a ser realizado pela DOM;

- Projeto Executivo (PE): detalhamento do projeto básico de forma a garantir a plena execução da obra contratada, sem dúvidas ou questionamentos técnicos a posteriori. Como a recomendação do SOM é para que sejam desenvolvidos pela empresa contratada, não será abordada neste procedimento;
- Projeto Legal (PL): compreende todas as aprovações necessárias nos órgãos da administração local competentes de forma a se obter a formalização completa execução da obra. Como a recomendação do SOM é para que sejam desenvolvidos pela empresa contratada, não será abordada neste procedimento.

Ainda no campo da Administração Pública, os regulamentos brasileiros que tratam das contratações de obras de engenharia (por exemplo, a Lei 8666) têm imposto um fluxo em série para a contratação do projeto: um estudo de viabilidade seguido pelos projetos básicos e executivos e pela execução das obras e serviços, que não são aderentes ao BIM pois há perda de informação entre profissionais e empresas que trabalham em fases diferentes do projeto (project) (EASTMAN et al. (2014)), gerando-se assim dificuldades na definição das responsabilidades de cada profissional durante o processo.

Desta forma, uma maior eficiência e aproveitamento do potencial do BIM em obras públicas em benefício da gerência do produto só aconteceria com uma mudança na forma de se contratar, fazendo-as de forma mais integrada e colaborativa. A única iniciativa de alteração de lei nesse sentido é para que se atente para a utilização do BIM em todas as licitações públicas de contratação de obras, sem, contudo, normatizar a forma de implementação desta diretriz.

### **2.3 GESTÃO DA GOVERNANÇA**

A gestão da governança, nesta tese, engloba o normativo legal e público para garantir o atendimento aos princípios da Administração Pública e aos diplomas legais. Tem referência direta ao fato de o projeto de uma obra militar também ser uma obra pública na grande maioria dos casos. Envolve ainda as normas internas existentes que tratam da análise da compatibilidade de projetos e de orçamentos aos seus requisitos, elaboradas normalmente por órgãos técnico-normativos.

As etapas de governança que se seguem ao início do projeto são citadas a seguir:

- Demanda da construção;
- Planejamento do projeto;

- Desenvolvimento do projeto;
- Supervisão de qualidade de projeto;
- Desenvolvimento da licitação;
- Adjudicação do contrato.

## **2.4 GESTÃO DA SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO**

A principal norma existente que trata do assunto é a norma PAS 1192-5:2015, que apresenta requisitos para o gerenciamento de projetos desenvolvidos em tecnologias digitais, com vistas à segurança da informação em modelos da informação da construção, ambientes digitalmente construídos e gerenciamento inteligente de ativos.

A mentalidade de salvaguarda de informação deve estar descrita em documentos que reflitam a estratégia de segurança do ativo construído, seu gerenciamento e os requisitos de informações de segurança de informação. Deve envolver ainda mudanças nas rotinas de contrainteligência e a elaboração de normas especiais para projetos de ambientes sensíveis, como salas de comando ou de reunião de acesso restrito, reservas de armamento e demais instalações operacionais.

Busca sobretudo garantir que a segurança da informação tenha uma boa avaliação de risco para identificar ameaças e como mitigá-las no âmbito de um orçamento pequeno. A norma, em si, está em um escopo mais amplo que a abordagem da ISO 19650 (ISO, 2018a, b), envolvendo conceitos de segurança digital no desenvolvimento de modelos da informação da construção e no tratamento dessas informações, e já é alvo de projeto para sua futura incorporação em uma parte da ISO 19650.

A norma classifica como ativos construídos sensíveis as instalações que obedecem a uma função diplomática, de segurança, de defesa nacional ou de aplicação da lei, bem como aquelas instalações que possam ser utilizadas para comprometer a integridade do ativo construído como um todo ou sua capacidade para funcionar (BSI, 2015).

Ainda segundo a norma PAS 1192-5:2015 (BSI, 2015), os atributos específicos que devem ser considerados como sensíveis em um projeto incluem minimamente a locação e os dados sobre:

- Sistemas de controle e vigilância;
- Maquinários permanentes;
- Salas de controle, acesso e segurança;
- Cabeamentos e instalações relacionados aos sistemas anteriores;
- Detalhes estruturais de projeto;

- Espaços regulados, ou que guardem substâncias ou informações reguladas;
- Especificações técnicas de produtos e características de segurança.

O processo de gestão da segurança de um modelo da informação da construção envolve uma sequência bem definida. A maior parte das práticas definidas em BSI (2015) encaixar-se-ia dentro da fase de avaliação e necessidade prevista dentro da ISO 19650;

- Nomeação de um gerente de segurança pelo patrocinador do objeto, que será responsável por todo o assessoramento e acompanhamento dos procedimentos de segurança a serem desenvolvidos em seguida. Em uma integração com a ISO 19650-2, intui-se que essa escolha é realizada junto com a equipe de desenvolvimento de projeto;
- Realização de uma triagem de segurança para avaliar a extensão da abordagem voltada à segurança, a cargo do gerente de segurança, concomitante com as outras tarefas previstas na primeira fase da ISO 19650-2.
- Elaboração formal de uma Estratégia de Segurança do Ambiente Construído (ESAC), que deve definir as necessidades de segurança determinados pela triagem, uma lista de pessoas a serem informadas sobre o risco residual, bem como a definição de mecanismos para sua revisão e atualização.
- Desenvolvimento formal do Plano de Gerenciamento de Segurança do Ambiente Construído (PGSAC), com as medidas necessárias para que sejam gerenciados e mitigados os riscos de segurança ou as combinações de riscos identificadas na ESAC.
- Devem envolver aspectos referentes ao ativo a ser construído, relacionados aos processos, aos documentos pessoais aos aspectos físicos, tecnológicos, logísticos e as medidas de monitoramento e gerenciamento de confiabilidade e responsabilidade pela segurança;
- A maneira como o PGSAC será implementado no dia a dia dos profissionais que trabalham no projeto do ativo devem estar contidos nos Requisitos de Informações de Segurança do Ambiente Construído (RISAC), que devem detalhar as necessidades do ativo com respeito aos arranjos para a captura segura, manuseio, disseminação, guarda, acesso e uso de todos os dados e informação relativas a ativos sensíveis e sistemas.

### **3 METODOLOGIA**

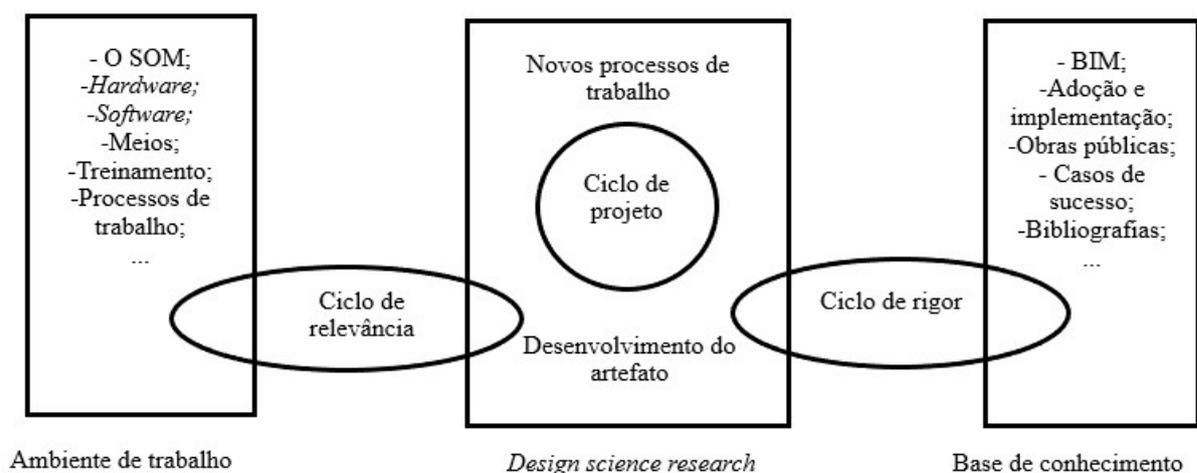
Esta tese trata da utilização de modelos de informação da construção para gestão de obras. Espera-se que os seus resultados sejam aplicados pelo Exército ou, no que seja viável, em outras empresas ou instituições públicas ou privadas que busquem implementar ou intensificar o uso do BIM.

A metodologia de pesquisa seguida nesta tese foi a pesquisa construtiva ou Design Science Research (DSR), que é um método que fundamenta e operacionaliza a condução da pesquisa quando o objetivo a ser alcançado é um artefato ou uma prescrição (DRESCH et al., 2015), que proporcionam a melhoria dos sistemas em que estão inseridos. Procura também diminuir a lacuna entre a teoria e a prática, trabalhando de forma colaborativa com as organizações para testar novas ideias em contextos reais (HEVNER e Chatterjee, 2010).

Por isso, é muito utilizado em problemas específicos nas áreas de gestão e de engenharia, que em suas atividades buscam sempre uma solução satisfatória para a situação (DRESCH et al., 2015). No caso desta pesquisa, busca-se uma solução - adequada para as especificidades de uma instituição, não sendo necessariamente ótima - que sirva para a gestão de projeto de processo para a maior parte ou para todas as obras executadas, por meio da criação de artefatos.

Destacam-se três fatores para se atingir os objetivos da pesquisa e se criar conhecimento: a relevância da pesquisa, o rigor e o projeto do artefato que trará a resposta da pesquisa (DRESCH et al., 2015).

O ciclo de relevância trata de explicar o domínio da aplicação, em que a pesquisa será conduzida, por meio da definição de cenários e de testes de campo. O ciclo de rigor vai criar as bases teóricas da pesquisa sobre as quais essa se baseará, como a revisão bibliográfica sistemática feita em teorias científicas, métodos e experiências anteriores, e assegurando que a pesquisa contenha novo conhecimento. O ciclo de projeto, onde a maior parte do DSR será conduzida, tratará da construção e da avaliação de artefatos. O relacionamento entre os três ciclos pode ser melhor representado pela figura a seguir (ARAYICI et al., 2018):



#### 4 CONTEXTO E ESCOPO DO PROCESSO

A definição do contexto do processo envolve a coleta de todas as informações necessárias para se definir e entender a missão, estratégia, metas e objetivos da organização. Engloba ainda a compreensão de seus macroprocessos e dos processos a partir da percepção dos gerentes, a seleção dos processos-alvo onde a intervenção se dará e o entendimento da cultura do ambiente (SHARP e McDermott, 2001).

No âmbito deste trabalho, este entendimento é atingido quando é analisada a missão do SOM e as suas normas principais de administração de obras, envolvendo ainda o estudo de cenários já existentes ou em andamento, de procedimentos adotados com sucesso dentro e fora do país, bem como de estruturas conceituais já existentes.

As ferramentas utilizadas para o entendimento do contexto e o escopo do processo foram:

- Coleta e estudo de documentos organizacionais referentes aos macroprocessos da organização, para entendimento do enquadramento do SOM à missão e valores do EB;
- Coleta e estudo de documentos referentes aos processos de gerência de obras militares em vigência no SOM;
- Estudo de trabalhos técnicos e acadêmicos de implantação do BIM em organizações públicas e privadas similares no Brasil.

O escopo da pesquisa impunha que os processos a serem priorizados seriam aqueles que tivessem a ver com a gestão de obras militares. Assim, processos gerenciais referentes à gestão de patrimônio e ao acompanhamento financeiro só foram abordados superficialmente nas interfaces com a gestão de obras.

Da mesma forma, processos gerenciais internos a cada CRO/SRO, como aqueles relacionados à licitação, principalmente a elaboração de editais, a aprovação jurídica e a fase externa da licitação, foram apenas representadas no processo de gestão, tendo em vista receberem pouco benefício da utilização do BIM (MATOS, 2016).

O processo principal e suas etapas, em um primeiro momento, foram rascunhados e desenvolvidos inicialmente com o conhecimento e experiências profissionais do autor da pesquisa por cerca de nove anos em duas Comissões de Obras. Para entender a forma como o SOM gere seu processo de projeto de obras, foram desenvolvidos dois processos "as is", cada um referente a um caso escolhido representativo de adoção a seguir:

- O primeiro caso escolhido reflete a normalidade do processo de projeto atual do SOM e de suas CRO/SRO, envolvendo todas as atividades por elas executadas. Seu levantamento foi realizado durante a segunda metade de 2017, em visitas a três CRO e à DOM. A partir de um

diagrama de processos "as is" desenvolvido pelo autor desta tese com base em sua experiência anterior como Adjunto e Chefe de Seção de CRO, foram realizadas entrevistas não estruturadas a profissionais que desenvolviam os projetos e que fiscalizavam obras. Os entrevistados eram engenheiros e arquitetos adjuntos de Seção Técnica de CRO ou de Seção da DOM, de carreira ou temporários, com no mínimo dois anos de experiência no EB.

- O segundo caso escolhido reflete o processo executado na DPE no desenvolvimento do projeto de construção da nova sede do COTER. Da mesma forma que no primeiro caso escolhido e a partir de entrevistas não estruturadas, profissionais responderam sobre aspectos envolvendo processos colaborativos e a implantação do BIM a partir do desenvolvimento do projeto. O levantamento foi realizado pelo pesquisador, por uma semana na segunda metade de 2017 e por mais outra semana no mês de junho de 2018.

## **5 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO**

### **5.1 PREMISSAS DO ARTEFATO**

O procedimento desenvolvido foi pensado de forma a incorporar a ISO 19650 e aspectos relativos à segurança da informação contidos na PAS 1192-5 ao fluxo de trabalho já levantado anteriormente no primeiro caso escolhido. Envolve ainda utilizar procedimentos da produção de informação ocorridos no âmbito do segundo caso escolhido, para otimizá-los no ambiente de trabalho e tendo em vista as normas supracitadas.

A gestão do modelo engloba a maioria das alterações propostas, tendo em vista ser a modelagem da informação da construção a principal mudança a ser incluída no procedimento. Tendo como referência pela ISO 19650, as mudanças propostas nos procedimentos de gestão são as seguintes:

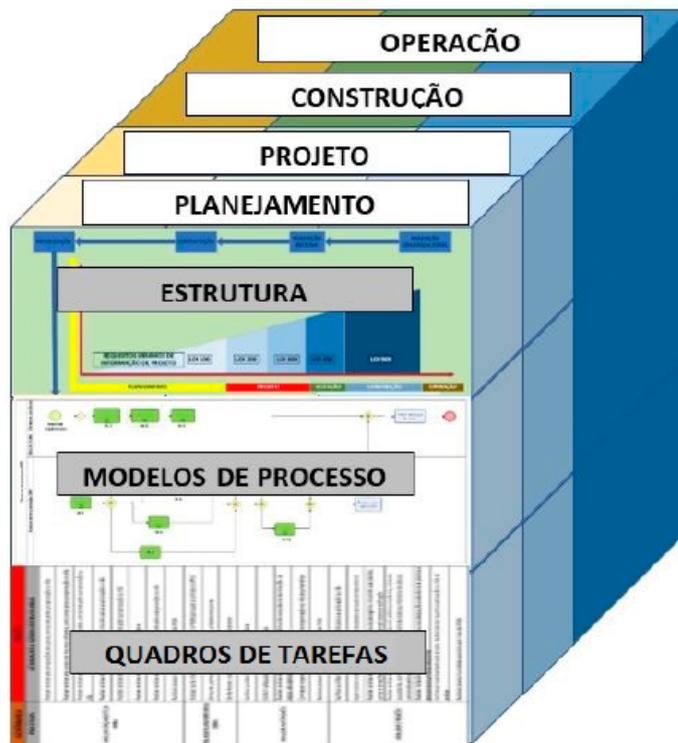
- Avaliação e necessidade: Na ISO 19650, está prevista a definição das condições para que a implantação do BIM tenha o maior sucesso possível, fase em que as regras, responsabilidades e definições necessárias devem ser estabelecidas. Entretanto, no SOM há uma divisão das atribuições no sentido que a DOM é o órgão técnico-normativo e as CRO/SRO, os desenvolvedores de projetos. Desta forma, à DOM seriam atribuídas a definição dos objetivos, das diretrizes gerais a serem obedecidas por todas as unidades executoras (como os requisitos organizacionais de informações, os padrões necessários de informação do projeto e os protocolos legais e técnicos referentes a todos os projetos) bem como a gerência e controle das implantações que ocorrem em cada CRO/SRO. Os órgãos executores, por outro lado, teriam a liberdade de gerenciar o próprio processo de implantação BIM bem como de desenvolver seus próprios planos de modelagem BIM, como o Plano de Execução BIM de cada projeto;

- Mobilização para o projeto: Em um fluxo em que a quase totalidade dos profissionais são orgânicos da organização, torna-se importante fornecer os meios necessários para suas atividades. A mobilização envolveria assim, a aquisição de hardware, de software necessários, de um CDE que seja compatível com o fluxo de trabalho das CRO/SRO, bem como o treinamento necessário dos profissionais para o bom desenvolvimento do projeto (design). A rotina de mobilização deve ser tarefa constante no fluxo de trabalho de projeto, ocorrendo no início de cada projeto ou de cada conjunto deles, para que existam sempre condições e recursos para o desenvolvimento de projetos;
- Produção colaborativa da informação: Na medida em que predomina um fluxo de trabalho sequencial no processo as is de projeto (design), a transição para um modelo colaborativo pleno entre os projetistas é uma mudança a ser proposta. Para esta implantação, a equipe de projeto de referência é a existente da subseção de projetos de qualquer CRO/SRO, composta de arquiteto e engenheiros civis, eletricitistas e mecânicos, supervisionados por um chefe da subseção de projetos, todos profissionais orgânicos de cada unidade executora;
- Entrega do modelo de informações: O final do desenvolvimento de um modelo é determinado pelas suas últimas verificações de informação e de conteúdo. A aceitação do modelo é determinada pelos chefes de Seção Técnica e confirmada pelo órgão técnico-normativo. Em seguida, são produzidos os entregáveis do projeto de acordo com diretrizes do PEB, como documentos, modelos da informação da construção, informações e dados produzidos estruturados e não-estruturados. A ISO 19650 prevê ainda o arquivamento dos projetos no CDE. No EB, o ciclo de conferência e de verificação do projeto é arquivado no ambiente de projeto do OPUS. As informações mais inerentes ao projeto design, por outro lado, deve ser arquivadas em um CDE interno da própria CRO/SRO, geralmente uma rede interna ou uma plataforma proprietária como OPUS.
- A gestão do produto lida com as consequências das alterações propostas na gestão do modelo. É normal que o desenvolvimento do modelo tenha alguns marcos de verificação em que o projeto possa ser conferido pelos interessados (ISO, 2018b). Tais Marcos devem ser definidos por cada organização que desenvolve o projeto, levando em consideração os requisitos legais nacionais e administrativo-operacionais. No caso do EB, determina-se oito etapas para o desenvolvimento do produto. Para o procedimento definido neste trabalho, cada uma destas etapas constitui-se um marco de verificação entre dois ou mais interessados. A cada marco de verificação, estes interessados teriam condições de verificar e conferir as informações, dando-lhes subsídios importantes para o desenvolvimento do modelo.

- A gestão da governança engloba o normativo legal e público para garantir o atendimento aos princípios da Administração Pública e aos diplomas legais. Trata-se de um grupo de ações que torna possível o desenvolvimento do modelo e do produto. As ações de governança são separadas nesta tese em dois grupos, sejam ações administrativas referentes à Administração Pública; e as ações organizacionais, relacionadas com a gestão inerente à administração da organização.

## 5.2 PROCEDIMENTO DE GESTÃO DE PROJETO

O procedimento proposto, cuja representação esquemática está na figura a seguir. Ele terá três porções componentes: uma estrutura conceitual, modelos de processos relativos ao planejamento e ao projeto de obras, e um conjunto de matrizes de gestão que contém o detalhamento das tarefas contidas nos processos.

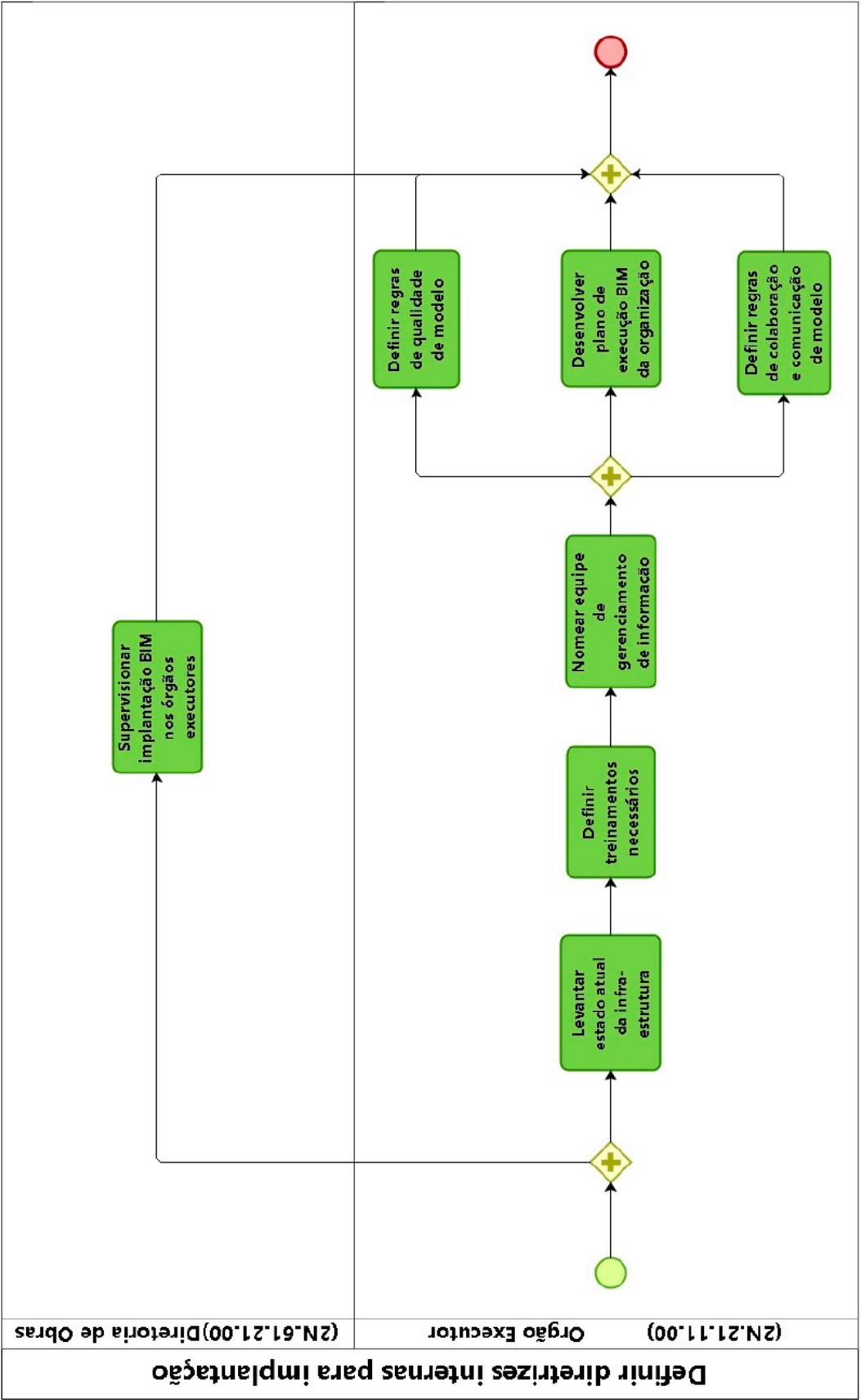


A estrutura conceitual do procedimento é uma representação gráfica adaptada de ISO (2018a) e ISO (2018b), conforme mostrado na figura a seguir. Ele apresenta os seguintes componentes:



- Retângulos amarelos, vermelhos, verdes, azuis claros e marrons representam as cinco fases do projeto adotadas nesta tese, respectivamente: planejamento, projeto, licitação, construção e operação.
- Os retângulos azuis mostram fases do processo de projeto adaptadas da ISO 19650: avaliação organizacional, avaliação interna, contratação, mobilização e início do design. A partir do início do design, nove círculos azuis mostram a evolução do projeto por meio das fases contidas na EB50-IR-03.00. Nesta pesquisa, somente serão abordados seis círculos;
- Ao centro, a exemplo do esquema homólogo contido na ISO 19650: um triângulo com cinco tonalidades de azul, cada um deles representando LOI mínimos a serem empregados em cada marco diferente de projeto. Aqui, prefere-se representar LOD/LOI mínimos a realizar uma correspondência entre a fase da obra e um determinado LOD/LOI que lhe seria aplicável;
- Sob a sequência de fases do projeto: seis linhas horizontais mostrando interessados no desenvolvimento do projeto: o órgão executor, neste caso representado pela DPE e por uma CRO, a diretoria, o cliente, os órgãos internos supervisores no âmbito do EB, o órgão regulador, seja ele de urbanismo ou uma concessionária, e a empresa executora;
- Cada um dos interessados citados está ligado a várias ocasiões de intercâmbio de informações, neste caso, representados por esferas vermelhas no cruzamento entre as linhas horizontais dos interessados e as linhas verticais que representam as fases do projeto.

A seguir, você verá três dos processos desenvolvidos nesta tese, principalmente aos processos relacionados com a fase de avaliação e necessidade da ISO 19650.

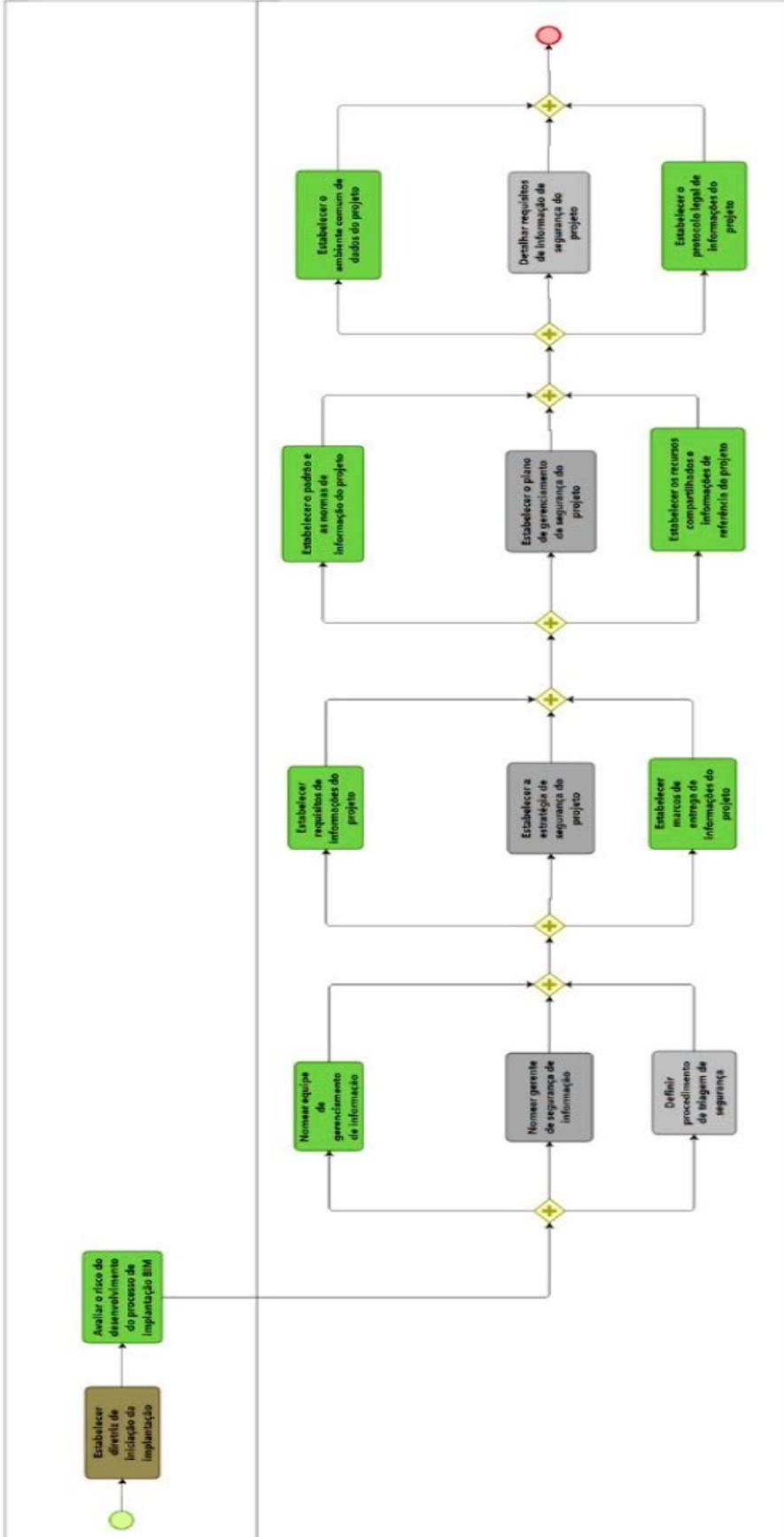


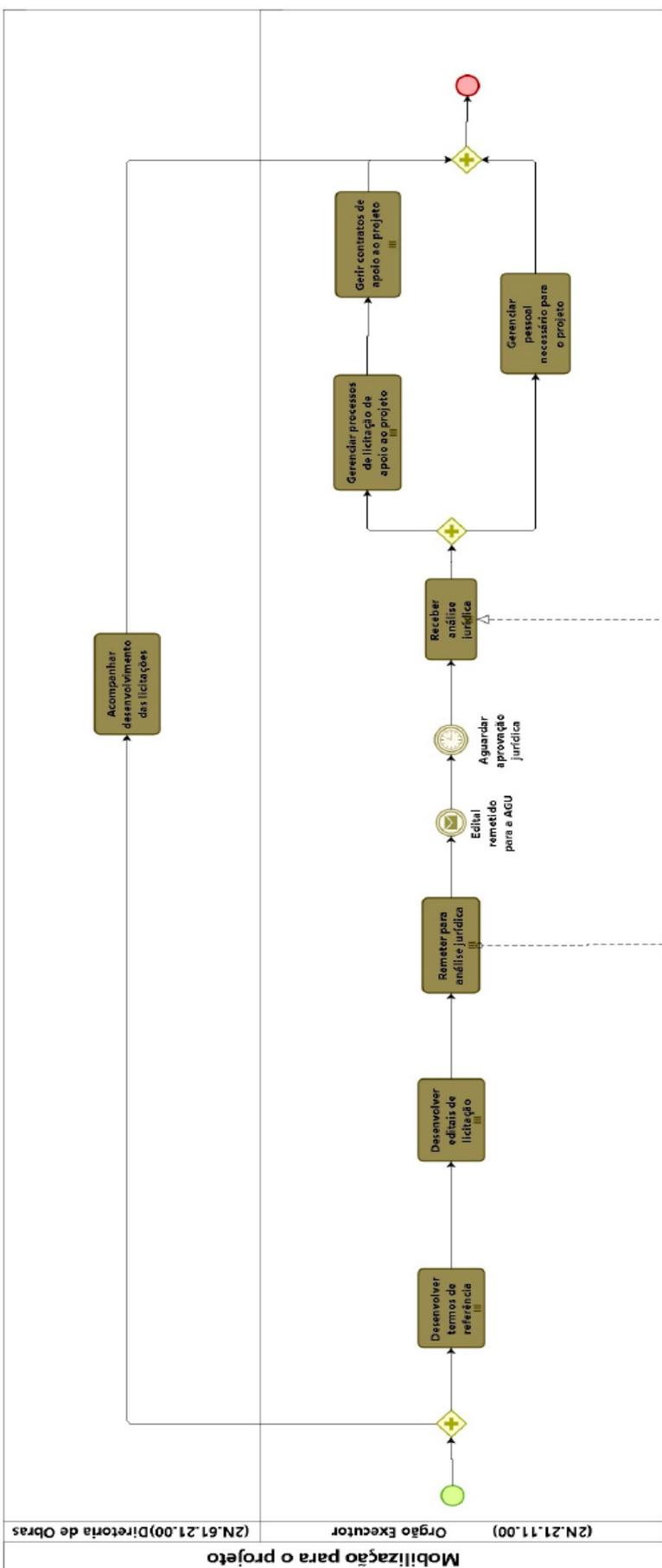
**Definir diretrizes internas para implantação**  
 (2N.21.11.00) Órgão Executor (2N.61.21.00) Diretoria de Obras

**Definir diretrizes para o início da implantação**

(ZN 61.21.00) Diretoria de Obras

Orgão de apoio setorial





Acórdão  
Início  
Geral da

### 5.3 QUADROS DE TAREFAS

O objetivo dos quadros de tarefas é detalhar as atividades descritas nos processos já apresentados. São quadros que possuem duas colunas: uma com o nome de referência do processo e outra com o detalhamento das tarefas que compõem o projeto. Os quadros de tarefas são apresentados com dois exemplos, conforme mostrado a seguir.

MODELO	PLANEJAMENTO
PROCESSOS	ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS
ESTABELECEER DIRETRIZ DE INICIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO	Lavrar as diretrizes gerais de iniciação do projeto de implantação
	Definir os objetivos gerais do projeto, baseado nos objetivos da organização
AVALIAR O RISCO DO DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO BIM	Levantar riscos que podem impedir o bom andamento do processo de implantação do BIM
	Avaliar qualitativa e quantitativamente a probabilidade e o impacto referentes a cada risco levantado Apostar ações preventivas e de contingências para minorar e mitigar risco
NOMEAR EQUIPE DE GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO	Definir as tarefas que os profissionais escolhidos devem desenvolver, no âmbito da Diretoria ou de cada órgão executor
	Definir a competência que profissionais que terão a função de gerenciamento de informação devem possuir
	Escolher profissionais para conduzir a função de gerenciamento de informação
	Publicar nome e funções do pessoal envolvido em nota para boletim interno
NOMEAR GERENTE DE SEGURANÇA DE INFORMAÇÃO	Escolher gerente de segurança que seja responsável pelo acompanhamento do desenvolvimento dos aspectos de segurança digital no desenvolvimento do projeto
ESTABELECEER REQUISITOS DE INFORMAÇÃO DO PROJETO	Definir o escopo do projeto, baseado nos objetivos gerais
	Definir rotina de sequência para licitações necessárias Definir quantidade de marcos intermediários ao longo do projeto para verificação do atendimento a seus objetivos
	Definir a abrangência da implantação desejada para a organização
DEFINIR PROCEDIMENTO DE TRIAGEM DE SEGURANÇA	Categorizar os tipos de projetos, de acordo com a necessidade de segurança de cada um Escolher perguntas rápidas que possam caracterizar e quantificar os riscos das informações de segurança dos modelos que vão ser produzidos
	Modelar processo de triagem de segurança da informação
ESTABELECEER MARCOS DE ENTREGA DE INFORMAÇÕES DO PROJETO	Definir plano de trabalho do projeto, baseado na definição de seus objetivos gerais e de seu escopo
	Definir de pontos de decisão chave para a verificação dos objetivos do projeto
	Definir a natureza e o conteúdo das informações que serão verificadas a cada ponto de decisão
	Definir o cronograma do projeto de implantação BIM, considerando os pontos de decisão e o conteúdo das informações a serem entregues
ESTABELECEER PADRÃO E AS NORMAS DE INFORMAÇÕES DO PROJETO	Definir padrões de troca de informação referente à organização das equipes envolvidas, sejam externas ou internas
	Definir padrões de troca de informação entre os órgãos executores e partes interessadas externas
	Definir padrões de troca de informação entre profissionais trabalhando em um mesmo órgão executor
	Definir sistema de classificação a ser obedecido por equipes externas e internas
	Definir nível de desenvolvimento do projeto a ser adotado pela organização.
	Definir nível de informação do projeto a ser adotado pela organização.
ESTABELECEER RECURSOS COMPARTILHADOS E INFORMAÇÕES DE REFERÊNCIA DO PROJETO	Definir as informações de referência dos ativos existentes a serem compartilhados com base em fontes e equipes internas
	Definir as informações de referência dos ativos existentes a serem compartilhados sob licença de provedores e demais fontes externos
	Definir os recursos que serão distribuídos para os órgãos executores: templates de projeto, entregáveis, bibliotecas de estilo, de objetos e de linhas gráficas

PRODUTO	PROJETO
PROCESSOS	ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS
DESENVOLVER ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA OBRA	Desenvolver as especificações técnicas da obra, de forma a estabelecer padrões mínimos para a contratação, com vistas à fase externa da licitação
	Indicar os componentes construtivos e os materiais de construção a serem empregados, de acordo com as soluções tecnológicas e o programa de necessidades do projeto Definir os indicadores de qualidade dos serviços com os quais os serviços de construção serão avaliados
ANALISAR LOCALMENTE O ANTEPROJETO	Analisar internamente e confirmar o anteprojeto de arquitetura desenvolvido
	Analisar internamente e confirmar os anteprojetos de engenharias, com os estudos das soluções tecnológicas necessárias Se for o caso, aprovar localmente o anteprojeto desenvolvido
CONDUZIR REUNIÃO DE COORDENAÇÃO DO ANTEPROJETO	Definir local da reunião de desenvolvimento do produto
	Definir forma da reunião de desenvolvimento do produto Planejar reunião de desenvolvimento do anteprojeto Gerenciar andamento da reunião de desenvolvimento do anteprojeto
DESENVOLVER O ORÇAMENTO ESTIMATIVO DA OBRA	Discriminar todos os serviços do projeto contidos em composições de custos, por meio de consultas aos bancos de dados oficiais, junto às suas respectivas unidades de medidas, quantitativos e custos unitário e total
	Discriminar todos os serviços do projeto não contidos em composições de custos, levantando seus custos unitários por meio de outras bases de dados ou de orçamentos baseados em propostas de empresas terceirizadas
	Discriminar todos os insumos do projeto, por meio de consultas aos bancos de dados oficiais, junto às suas unidades de medidas, incidências em cada composição de custo, quantitativos e custos parciais
	Realizar levantamentos de preços para serviços do projeto que não estão contidos em composições de custos em empresas fornecedoras
	Definir atividades e sequências de execução referentes a estes serviços
	Estimar recursos e durações necessárias para a conclusão da obra
	Elaborar cronograma estimado da obra para licitação, de acordo com os projetos básicos e executivos desenvolvidos
	Totalizar os custos referentes às instalações do canteiro, baseado em projetos e em levantamentos realizados anteriormente
CONSOLIDAR ORÇAMENTO ESTIMATIVO DA OBRA	De acordo com os projetos desenvolvidos, totalizar o custo direto total orçado, representado pela soma dos custos parciais de cada serviço ou insumo
	Definir BDI da obra Calcular custo indireto da obra Consolidar orçamento final do projeto, baseada nos projetos levantados e no cronograma da obra Remeter orçamento final para o coordenador do projeto
ANALISAR LOCALMENTE O PROJETO	Analisar internamente e confirmar o projeto de arquitetura desenvolvido
	Analisar internamente e confirmar os projetos de engenharias desenvolvidos
	Analisar internamente e confirmar as composições de custos utilizadas
	Analisar internamente e confirmar as cotações externas de preços utilizadas
	Analisar internamente o BDI do projeto Se for o caso, aprovar localmente o orçamento desenvolvido Submeter o projeto no ambiente do OPUS para Análise do Projeto
DISPONIBILIZAR INFORMAÇÕES DO ANTEPROJETO	Disponibilizar as informações para as partes interessadas, conforme a necessidade
	Gerenciar o armazenamento do histórico do anteprojeto Registrar decisões definidas na fase em atas de reunião competentes
DISPONIBILIZAR INFORMAÇÕES DO PROJETO	Disponibilizar as informações para as partes interessadas, conforme a necessidade
	Gerenciar o armazenamento do histórico do projeto básico Registrar decisões definidas na fase em atas de reunião competentes
CONDUZIR REUNIÃO DE COORDENAÇÃO DO PROJETO	Definir local da reunião de desenvolvimento do produto
	Definir forma da reunião de desenvolvimento do produto
	Planejar reunião de desenvolvimento do projeto básico
	Gerenciar andamento da reunião de desenvolvimento do projeto básico

## 6 APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO PROCESSO

O objetivo deste capítulo foi aplicar e avaliar o procedimento para gestão de projetos de obras militares apresentado, por meio do acompanhamento do desenvolvimento da implantação BIM e do projeto de construção do DTCEA na cidade de Curitiba, pela Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo (CISCEA).

Os principais resultados da avaliação desenvolvida estão descritos a seguir:

- As ações de gestão do modelo são aquelas que lidam com a gerência de toda a informação contida nos modelos da informação da construção. Iniciam-se com a decisão pela implantação, que é consolidada apenas no longo prazo de acordo com os casos de uso necessários para gerência das atividades da organização;
- O procedimento avaliado aqui apresenta uma sequência diferente da prevista pela ISO 19650 (ISO, 2018b) ou pelo procedimento descrito por GONÇALVES (2018) para órgãos públicos, principalmente pela existência de um escritório de projetos e de processos administrativos próprios da organização;
- Muitas tarefas previstas nos três primeiros processos da gestão do modelo foram integralmente aplicadas, embora a sequência dos três primeiros processos do procedimento não fosse obedecida, principalmente pela forma com que a implantação foi conduzida pela CISCEA desde o início;
- Por outro lado, os processos de produção colaborativa da informação foram aplicados integralmente, com a participação da CISCEA, da CTCEA e dos consultores, bem próximo do que ocorreu na DPE no segundo caso escolhido.
- Os processos relacionados com a segurança da informação, em sua maioria, foram aplicados apenas com respeito a regras relativas a vazamentos de informação, parte da política de salvaguarda de informações do DECEA e que fazem parte da estratégia e um plano de gerenciamento de segurança da informação, de acordo com a PAS 1192-5 (BSI, 2015).
- Os processos de gestão do produto presentes no procedimento foram totalmente aplicados pela equipe de projeto, ressalvadas as particularidades do fluxo de projeto da CISCEA.
- As ações de gestão do produto não são somente aquelas que definem o desenvolvimento do projeto (design) mas também com relação às reuniões para tomada de decisão e para a disponibilização do conhecimento para todos os interessados;

- A análise dos processos de gestão do produto mostra que muitos deles foram empregados no desenvolvimento do projeto (design) pelo Grupo de Implantação do BIM, ainda que a CISCEA empregue marcos de projeto próprios e diferentes, por exemplo, da DPE.
- As ações de gestão da governança referem-se aos processos administrativos a que uma organização pública precisa obedecer. Neste ponto de vista, os processos eram geridos ou pela CISCEA, com a contratação da consultoria, ou pela CTCEA, com a contratação de pessoal e dos outros meios necessários para o andamento da implantação;
- No que tange à aplicação dos processos de gestão da governança, os processos como gerenciamento da demanda, fiscalização de contrato e processos licitatórios para aquisição de meios, obedeciam a particularidades organizacionais da gestão da Força Aérea.

## 7 CONCLUSÃO

As principais conclusões sobre o tema proposto, fundamentadas na revisão bibliográfica realizada, no desenvolvimento do artefato e nos resultados encontrados, são os seguintes:

- O estado atual de implantação BIM nas organizações do SEEx mostra que ela é fortemente baseada em sua maioria na modelagem geométrica para obtenção de quantitativos de serviços mais precisos; em consequência, o nível geral de adoção na maior parte das organizações é baixo;
- O processo as is em organizações do SOM sugere um fluxo de projeto com predominância de ações de gestão de produto e de governança bem definidas, com apenas um processo referente à gestão de modelagem;
- Por outro lado, a implantação BIM ocorrida na DPE foi desenvolvida seguindo três passos: o desenvolvimento de um plano de implantação, o desenvolvimento de um plano de execução BIM misto com as diretrizes de modelagem e interoperabilidade tanto gerais para a DPE como particulares a serem seguidas; e a modelagem do projeto propriamente dita;
- O artefato foi desenvolvido conjugando o fluxo as is de projeto levantado no SOM e o processo de produção colaborativa de informação desenvolvido pela DPE no projeto (design) do COTER. O procedimento contaria alterações propostas em três grupos de ações: ações de gerência de produto, de gerência de governança e de gerência de modelo com políticas de segurança da informação, que formariam um diagrama triaxial de ações inerentes à implantação BIM em uma organização pública;
- O campo da gestão da modelagem concentra a maior parte das mudanças propostas. O procedimento inicia-se com a definição das necessidades organizacionais, ocasião em que as

diretrizes para o emprego do BIM devem ser definidas, e com o planejamento da implantação do BIM na unidade executora, com atividades como o levantamento da infraestrutura e a definição do plano de execução BIM e das regras de colaboração e cooperação no desenvolvimento dos modelos. Segue-se a fase de mobilização, para a aquisição e/ou complementação dos meios necessários para consolidar a implantação.

- Outra contribuição do procedimento é a adoção de um ponto de vista colaborativo para o desenvolvimento dos processos desde o início do projeto (design), com utilização de um ambiente comum de dados e de uma ecologia de ferramentas BIM adequados que possibilite o intercâmbio de informações entre os software e os profissionais que o utilizam.
- No campo da gestão do produto, foram incluídos marcos de verificação do projeto (design), coincidentes com as fases adotadas pelo SEEx. Em cada marco, os interessados pelo projeto (design) (cliente, DOM, unidade executora, equipe de projeto) seriam capazes de verificar o projeto e trazer colaborações para seu desenvolvimento.
- A estrutura conceitual desenvolvida no procedimento foi inspirada na estrutura da ISO 19650 e complementada com elementos da PAS 1192-5, sendo totalmente adaptada para a realidade do SOM com relação às fases de desenvolvimento de projeto e de produto;
- A modelagem de processo e a matriz de gestão desenvolvidas, divididas em duas fases, planejamento e projeto, contêm 85 processos constituintes que encerram 345 tarefas diferentes relacionadas aos três eixos de gestão adotadas neste trabalho;
- A exemplo da implantação ocorrida na DPE, a avaliação do artefato desenvolvida foi conduzida como a sinergia de dois projetos: a implantação do BIM na organização, neste caso formada por três provas de conceito, e o desenvolvimento de um projeto real em que a implantação pudesse ser aplicada;
- A avaliação da implantação BIM mostra que, excetuando aqueles processos em que não há previsão organizacional, os processos previstos no procedimento foram aplicados em sua maioria na prova de conceito.
- Foi percebido que os processos como gerenciamento da demanda, fiscalização de contrato e aqueles licitatórios para aquisição de meios, obedeciam a particularidades organizacionais da gestão. O fluxo de projeto adota ainda marcos diferentes de verificação e de conferência de projeto.
- Dos processos de gestão do produto contidos no procedimento, sendo eles 43 na fase de planejamento e 88 na fase de projeto, todos apresentaram algum nível de aplicação, sendo

beneficiados pela chegada de novas tecnologias e processos de produção colaborativa da informação.

- Dos processos de gestão do modelo, sendo eles 90 na fase de planejamento e 37 na fase de projeto, a definição das diretrizes organizacionais e internas foram aplicadas pela consultoria de implantação do BIM em uma sequência diferente do que prevê o procedimento.
- Quanto aos processos de gestão da segurança de informações, a exemplo do examinado na DPE, resumiram-se ao cuidado com a contratação dos funcionários e à obediência a regras pré-estabelecidas de prevenção contra vazamentos de informações e falhas de segurança;
- A partir da avaliação realizada, conclui-se que há diferenças importantes entre a implantação desenvolvida na DPE e aquela desenvolvida na CISCEA. A primeira delas é a cultura de gestão tanto do Exército como da Força Aérea e seu reflexo nas normas de desenvolvimento de seus projetos jurisdicionados;
- Foi verificado que a implantação na DPE enfatizou a gestão do produto em detrimento da gestão da informação dentro dos modelos. Privilegiou a produção colaborativa da informação geométrica no projeto (design) e realizou o possível para que a Diretoria tivesse as melhores condições possíveis para desenvolvê-la.
- Por outro lado, a implantação na CISCEA enfatizou a gestão das informações no modelo em detrimento da obediência restrita a prazos na gestão do produto. Privilegiou continuamente a interoperabilidade entre seus sistemas e como modelar a informação para que ela acontecesse, mesmo com versões ultrapassadas de software modeladores. Buscou-se uma implantação BIM que fosse um conjunto de provas de conceito para, somente em seguida, ter condições para disseminar o conhecimento.
- Quanto ao procedimento, seu desenvolvimento foi realizado e, após avaliação de sua robustez na CISCEA, pode ser considerado como aplicável ao SOM. A partir de uma gestão centrada na modelagem geométrica, a proposição deste procedimento pode trazer uma gestão mais centrada na informação que possibilite a administração do ciclo de vida das informações.
- Ressalta-se, entretanto, que embora o procedimento proposto buscasse apenas atender os casos de uso mais relacionados com o planejamento e o projeto de obras militares, não se trata de uma concessão para separar a gestão do projeto e de construção da obra em organizações diferentes. As fases de construção e de operação do projeto podem trazer subsídios importantes para o enriquecimento de processos do desenvolvimento do projeto.

## 8 REFERÊNCIAS

- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial: Coletânea Guias ABDI/MDIC: A implantação de processos BIM. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017a.
- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial: Coletânea Guias ABDI/MDIC: Avaliação de desempenho energético em Projetos BIM. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017b.
- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial: Coletânea Guias ABDI/MDIC: Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e na engenharia. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017c.
- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial: Coletânea Guias ABDI/MDIC: O processo de projeto BIM. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017d.
- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial: Coletânea Guias ABDI/MDIC: BIM na Quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017e.
- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial: Coletânea Guias ABDI/MDIC: Classificação da Informação. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017f.
- ANTUNES, C. Mapeamento de processos e determinação de requisitos de informação em projetos de estruturas de concreto armado para obras de saneamento através de sistemas BIM: estudo de caso utilizando a metodologia IDM. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2015.
- ARAYICI, Y., FERNANDO, T. e MUNOZ, V. Interoperability specification development for integrated use and performance based design. *Automation in Construction*, 83, 167-181, 2018.
- ASBEA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - Guia AsBEA Boas Práticas em BIM - Estruturação do escritório de projeto para a implantação BIM. Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura, 2013a.
- ASBEA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - Guia AsBEA Boas Práticas em BIM - Fluxo de Projetos em BIM: Planejamento e Execução. Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura, 2013b.
- BARLISH, K. e SULLIVAN, K. How to measure the benefits of BIM: a case study approach. *Automation in Construction*, 24 0) 149-159, 2012.

BROCARDO, F. O uso da modelagem da informação da construção (BIM 4D) nos projetos de obras militares da Comissão Regional de Obras 5. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2017.

BSI. BRITISH STANDARDS INSTITUTION BS 1192:2001 - Collaborative production of architectural, engineering and construction information - Code of practice. BSI, London, 2007.

BSI. BRITISH STANDARDS INSTITUTION PAS 1192-2:2013 - Specification for information management for the capital and delivery phase of construction projects using BIM. BSI, London, 2013.

BSI. BRITISH STANDARDS INSTITUTION BS1192-4:2014 - Collaborative production of information: Fulfilling employers information exchange requirements using COBie. BSI, London, 2014a.

BSI. BRITISH STANDARDS INSTITUTION PAS 1192-3:2014 - Specification management for the operational phase of assets using building information modelling. BSI, London, 2014b.

BSI. BRITISH STANDARDS INSTITUTION PAS 1192-5:2015 - Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management, BSI, London 2015.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção: Coletânea Implantação BIM pra Construtoras e Incorporadoras: Colaboração e Integração BIM. Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016a.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção: Coletânea Implantação BIM pra Construtoras e Incorporadoras: Fluxos de trabalho BIM. Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016b.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção: Coletânea Implantação BIM pra Construtoras e Incorporadoras: Formas de contratação BIM. Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016c.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção: Coletânea Implantação BIM pra Construtoras e Incorporadoras: Fundamentos BIM. Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016d.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção: Coletânea Implantação BIM pra Construtoras e Incorporadoras: Implementação BIM. Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016e.

CHENG, .J. C. P. e LU, Q. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. *Journal of Information Technology in Construction.*, 220:422-478, 2015.

CHENG, .J. C. P., QIQI, L. e DENG, Y. Analytical review and evaluation of civil information modeling. *Automation in Construction*, 67:2016, 2016.

CIC. CONSTRUCTION INDUSTRY COUNCIL Building Information Modeling (BIM) Protocol. Construction Industry Council, 1a edition, 2201:3.

CISCEA/CTCEA, Instrução de trabalho 0100/GI, Macroprocessos de desenvolvimento de projetos na gerência de infraestrutura, 2006.

DRESCH, A., LACERDA, D. P. e ANTUNES, J. A. V. Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Bookman, 01 .

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R. e LISTON, K. Manual de BIM: um guia de modelagem de informação na construção para arquitetos, gerentes, construtores e incorporadores. Bookman Editora, 2014.

FRANCA, A. J. Melhoria contínua aplicada a edificações de tipologia padronizada: a gestão do conhecimento no contexto do portfólio de ativos de uma organização. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2016.

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

IBRAOP. INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS OT- IBR 001/2006 - Projeto básico. Instituto Brasileiro de Obras Públicas, 2006.

IBRAOP. INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS: OT- IBR 006/2016 - Anteprojeto de engenharia. Instituto Brasileiro de Obras Públicas, 2016.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modeling (BIM} - Information management using building information modeling - Part 1: Concepts and 2018a.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 19650-2:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modeling (BIM} - Information management using building information modeling - Part 2: Delivery phase of the assets. ISO, 2018b.

MACHADO, F. A., SCHEER, S. e RUSCHEL, R. C. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem de Informação da Construção. *Ambiente Construído*, 17, 2017.

MACIEL, M. Dificuldades para a implantação de softwares integradores de projeto (BIM) por usuários da cidade de Aracaju. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Sergipe, 2014.

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

MARQUES, A. A análise ambiental em diálogo com a ferramenta BIM. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

MATOS, C. R. O uso de BIM na fiscalização de obras públicas. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2015.

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

PSU. PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY Project Execution Planning Guide- Version 2.1. Pennsylvania State University, 2011.

SHARP, A. e MCDERMOTT, P. Workflow modelling: tools for process improvement and application development. ArtechHouse, 2001.

SINGH, V., GU, N. e WANG, X. A theoretical framework of a BIM-based multi-disciplinary collaboration platform. *Automation in Construction*, 20 134-144, 2011.

SOUZA, F. A gestão do processo de projeto em empresas incorporadoras e construtoras. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2016.

SUCCAR, B. Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies, chapter 4, págs. 65-115.2009a.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18: 2009b.

SUCCAR, B. Building Information Modelling: conceptual constructs and performance improvement tools. Tese de Doutorado, University of Newcastle, 2013.

TEIXEIRA, A. C. Processo de etiquetagem de projetos de obras militares para eficiência energética e certificação PROCEL utilizando modelagem da informação da construção. Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, 2018.