



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Carlene Gomes Guimarães

IMPLANTAÇÃO DO BIM: uma proposta para o Setor de Planejamento e Projetos do DNIT  
de Palmas-TO

Palmas – TO

2017

Carlene Gomes Guimarães

IMPLANTAÇÃO DO BIM: uma proposta para o Setor de Planejamento e Projetos do  
DNIT de Palmas-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dra. Angela Ruriko Sakamoto.

Palmas – TO

2017

Carlene Gomes Guimarães

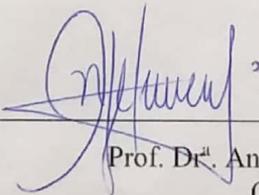
IMPLANTAÇÃO DO BIM: uma proposta para o Setor de Planejamento e Projetos do DNIT  
de Palmas-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e  
apresentado como requisito parcial para obtenção do  
título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro  
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dra. Angela Ruriko Sakamoto.

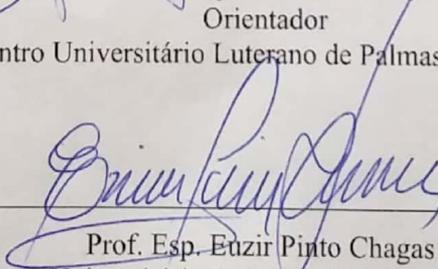
Aprovado em: 05 / 12 / 2017

BANCA EXAMINADORA



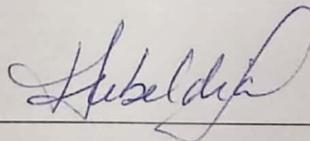
---

Prof. Dr. Angela Ruriko Sakamoto  
Orientador  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Prof. Esp. Etzir Pinto Chagas  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Prof. DScD. Elizabeth Hernandez Zulbedia  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO  
2017

Dedico esse trabalho a minha família e amo meu melhor amigo e companheiro César e a todos aqueles me apoiaram nessa jornada.

Agradeço, primeiramente a Deus, a toda minha família, em especial a meus pais que sempre fizeram o possível para que eu alcançasse meus objetivos. Agradeço também ao meu grande amigo Robert, pelo companheirismo e ajuda mútua durante essa caminhada. Agradeço a minha grande orientadora professora Angela Ruriko Sakamoto por todo conhecimento transmitido e pelos longos períodos de orientação.



“Toda ação humana, quer se torne positiva ou negativa, precisa depender de motivação”.

Dalai Lama.

## RESUMO

GUIMARÃES, Carlene Gomes Guimarães. **IMPLANTAÇÃO DO BIM: uma proposta para o Setor de Planejamento e Projetos do DNIT de Palmas-TO**. 2017. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2017.

O presente trabalho discute a implantação do BIM em inglês *Building Information Modeling* no Setor de Planejamento e Projetos do DNIT-TO. O BIM é uma plataforma que integra um conjunto de processos, englobando as partes de projeto, coordenação, gerenciamento e planejamento de maneira a se visualizar todas as fases desde o ciclo inicial até o término do projeto. Com a tecnologia é possível construir um modelo virtual de uma edificação que forneça os dados necessários para a obtenção de todos os insumos necessários para a construção da obra. De acordo com o TCU (2016), foram investidos no setor público de infraestrutura de transportes um total de R\$ 26,6 bilhões no ano de 2015. Portanto, tecnologias que possam tornar o processo transparente e eficiente devem ser utilizadas e divulgados para o público em geral. O presente trabalho mapeia os processos vigentes e avalia os benefícios da adoção da plataforma BIM no setor de projetos do DNIT-Palmas, analisando os pontos onde se faz necessária alteração para inserção do BIM e por fim sugerir um novo mapa de processo para a implementação do BIM.

Palavras-chave: BIM. Processos. Setor público.

## **ABSTRACT**

This paper discusses the implementation of BIM in English Building Information Modeling in the Planning and Projects Sector of DNIT-TO. BIM is a platform that integrates a set of processes, encompassing the parts of design, coordination, management and planning in order to visualize all phases from the initial cycle to the end of the project. With the technology it is possible to construct a virtual model of a building that provides the necessary data to obtain all the necessary inputs for the construction of the work. According to the TCU (2016), a total of R \$ 26.6 billion were invested in the public transportation infrastructure sector in the year 2015. Therefore, technologies that can make the process transparent and efficient must be used and general public. The present paper maps the current processes and evaluates the benefits of adopting the BIM platform in the DNIT-Palmas project sector, analyzing the points where it is necessary to change BIM insertion and finally suggesting a new process map for the implementation of the BIM.

Keywords: BIM. Processes. Public sector.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conceito <i>cloud</i> -BIM.....	19
Figura 2. Projeto de estrada no sul da Califórnia.....	20
Figura 3. Análise da distância de visibilidade.....	21
Figura 4. Fluxograma de procedimentos.....	21
Figura 5. Distribuição geográfica das fiscalizações e valores envolvidos.....	23
Figura 6. Marina Bay Sands.....	26
Figura 7. Níveis de maturidade do BIM no Reino Unido.....	29
Figura 8. Atores líderes do Reino Unido.....	30
Figura 9. Principais componentes de um mapa de processos.....	32
Figura 10. Fluxograma para o desenvolvimento do projeto.....	35
Figura 11. Fluxograma genérico.....	38
Figura 12. Representação IDEF0.....	42
Figura 13. Processos atuais de elaboração e análise de projeto.....	43
Figura 14. Processo atual de análise de projetos no IDEF3.....	46
Figura 15. Processo atual com a inserção do BIM.....	48
Figura 16. Navisworks.....	50
Figura 17. Modelo tradicional X modelagem BIM.....	53

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Protocolo de Pesquisa.....	36
--------------------------------------	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IOP	Instituto de Obras Públicas
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
GIS	<i>Geographic Information System</i>
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
TCU	Tribunal de Contas da União
DOM	Diretoria de Obras Militares
VAB	Valor Acrescentado Bruto
FEPICOP	Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas
FBCF	Formação Bruta de Capital Fixo
TIC	Tecnologia avançada de informação e comunicação
BCA	<i>Building and Construction Authority</i>
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i>
PIB	Produto Interno Bruto

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.2	HIPÓTESES	14
1.3	OBJETIVOS	14
<b>1.3.1</b>	<b>Objetivo Geral</b>	<b>14</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>14</b>
1.4	JUSTIFICATIVA	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>16</b>
2.1	BIM	16
<b>2.1.1</b>	<b>As vantagens do uso do BIM</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Desafios na implantação do BIM</b>	<b>17</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Cloud-BIM</b>	<b>18</b>
2.2	BIM EM PROJETOS RODOVIÁRIOS	19
2.3	BIM EM OBRAS PÚBLICAS	21
2.4	CASOS DE IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA BIM	25
<b>2.4.1</b>	<b>Portugal</b>	<b>25</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Singapura</b>	<b>26</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Reino Unido</b>	<b>28</b>
2.5	MAPEAMENTO DE PROCESSOS	31
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>33</b>
3.1	DESENHO DO ESTUDO	33
3.2	LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA	33
3.3	OBJETO DE ESTUDO OU POPULAÇÃO E AMOSTRA	34
3.4	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS E ANÁLISE	34
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO DO CASO</b>	<b>37</b>
4.1	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO SETOR	39
4.2	MAPEAMENTO DO PROCESSO ATUAL	41
<b>5</b>	<b>SOLUÇÃO PROPOSTA</b>	<b>48</b>
5.1	NOVO PROCESSO	48
5.2	DESAFIOS PARA INSERÇÃO DO BIM	50
5.3	RECOMENDAÇÕES PARA A IMPLANTAÇÃO DO BIM	51
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>55</b>
	REFERÊNCIAS	57

<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>60</b>
------------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

O planejamento e execução de obras com a adoção de tecnologias recentes, como a plataforma de Modelagem da Informação da Construção, o BIM do termo em inglês *Building Information Modeling*, melhora a grau de gerenciamento de projetos, possibilitando que diversas áreas trabalhem juntas em uma única plataforma, facilitando a identificação de possíveis inadequações e interferências antes do início da execução da obra. Essa capacidade de detectar antecipadamente as incompatibilidades construtivas de um projeto tornam a implementação do BIM crucial para a redução de tempo e custo, melhora a comunicação e aumenta a produtividade e eficiência nas obras. Países como Reino Unido, Finlândia, Singapura e Noruega tornaram obrigatório a adoção do BIM em suas obras públicas motivados pelas melhorias já relatadas. Apesar da pouca e recente explanação do assunto no setor público brasileiro, algumas instituições como o exército brasileiro e a Petrobras já adotam o BIM em seus projetos. Matos (2016) relata que apesar do pouco uso dessa tecnologia nas obras públicas, a carência por seus benefícios é grande, devido tais obras serem comumente objetos de irregularidades.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) é uma autarquia federal vinculada ao Ministério dos Transportes, criada pela lei 10.233, de 5 de junho de 2001 (DNIT,2017). A sede do DNIT é em Brasília, no Distrito Federal. Atualmente, possui 25 unidades administrativas regionais – as superintendências, e 8 administrações hidroviárias. A autarquia é responsável por gerir projetos, operar e administrar infraestruturas de transporte, fiscalizar e supervisionar tais obras. O DNIT já passou por um processo de implantação da plataforma BIM, entretanto não houve prosseguimento, segundo o Instituto de Obras Públicas (IOP, 2015) esse movimento não teve continuidade, principalmente por falta de gestão de processos e de fortalecimento da Governança.

Neste contexto, este projeto de pesquisa busca analisar o processo vigente e apresentar uma proposta para a implementação da plataforma BIM na unidade de Palmas (TO), buscando evidenciar os principais ganhos e desafios para sua adoção.

### 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O processo de trabalho no setor de projetos do DNIT-Palmas é tido como complexo, pois é comum apresentarem incompatibilidades, as vezes são incompletos ou não atendem as instruções normativas. Diante do exposto este trabalho investiga: Como a plataforma BIM pode contribuir para melhorar o gerenciamento dos projetos do DNIT-Palmas?

## 1.2 HIPÓTESES

A priori foram estabelecidas as seguintes hipóteses a serem verificadas ao longo deste projeto de pesquisa:

- Há ineficiências no processo de contratação e acompanhamento dos projetos;
- As empresas contratadas para elaboração dos projetos possuem limitações técnicas; e,
- Baixo grau de iniciativa pública para a utilização da plataforma BIM

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o processo atual e propor um mapa de processo para a implementação da plataforma BIM no setor de projetos do DNIT Palmas-TO.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Para viabilizar o objetivo geral e verificar as hipóteses foram estabelecidos como objetivos específicos:

- Mapear os processos adotados e assim identificar os possíveis pontos para inserção da plataforma BIM nas atividades desempenhadas pelo setor;
- Explorar casos de implantação do BIM em órgãos públicos; e,
- Verificar as competências e ferramentas vigentes e apresentar uma estratégia para facilitar o processo de mudança.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

Algumas empresas da iniciativa privada já utilizam a plataforma BIM na elaboração de seus projetos. Embora, timidamente, alguns setores públicos brasileiros tenham iniciado sua utilização, o cenário de obras públicas enfrenta atualmente problemas de mau uso do dinheiro público, obras inacabadas e prazos não cumpridos, o que indica ser um momento oportuno para a renovação de seus processos e a adoção de práticas para aumentar a transparência e mitigar as falhas atuais.

De acordo com o Portal Brasil (2016), foram investidos no setor público de infraestrutura de transportes um total de R\$ 26,6 bilhões no ano de 2015. Portanto, tecnologias que possam tornar o processo transparente e eficiente devem ser utilizadas e divulgadas para o público em geral. O presente trabalho mapeia os processos vigentes e avalia os benefícios da adoção da plataforma BIM no setor de projetos do DNIT-Palmas.

A implementação da solução BIM no setor de projetos pode proporcionar a visualização antecipada e concisa de projetos, readequações dos mesmos, caso haja modificações, assim como de suas documentações. A plataforma permite a obtenção automática de quantitativos, a detecção de incompatibilidades e interferências em seus elementos, ocasionando desta forma um menor índice de retrabalho, custo e prazo, além de elevar os graus de eficiência e qualidade dos projetos.

A utilização da solução BIM tende a tornar o serviço dos analistas do setor mais dinâmico e preciso, além de facilitar a comunicação entre as empresas e o setor, tornando-a mais dinâmica na etapa de elaboração dos projetos.

A elaboração de projetos em formato 3D centraliza as informações em uma única plataforma, propiciando ao serviço dos analistas um maior grau de celeridade, transparência e precisão. Caso haja necessidade da propositura de soluções alternativas, as mesmas tendem a ser repassadas as empresas em um menor tempo, tornando o processo ágil e eficiente.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo apresentar o referencial teórico e as pesquisas recentes que propiciam o entendimento e embasam a abordagem metodológica proposta no presente trabalho. Os temas abordados são: a conceituação da plataforma BIM, explanando suas vantagens e desafios de implantação; o uso em obras rodoviárias; a implantação do conceito na gestão de obras públicas; os casos de implementação do BIM; e, técnicas de mapeamento de processos.

### 2.1 BIM

Segundo Eastman et al. (2011), o BIM é uma plataforma que integra um conjunto de processos, englobando as partes de projeto, coordenação, gerenciamento e planejamento de maneira a se visualizar todas as fases desde o ciclo inicial até o término do projeto. Com a tecnologia é possível construir um modelo virtual de uma edificação que forneça os dados necessários para a obtenção de todos os insumos necessários para a construção da obra. Além disso, Eastman (2011) enfatiza que o BIM não é um software, mas uma atividade humana que envolve mudanças amplas no processo de construção.

Em vista de sua vantajosa funcionalidade, diversas empresas começam a visualizar a importância de adequação ao novo sistema e começam seus processos de transição e qualificação de pessoal, de forma a se adequar para a utilização da plataforma. Para muitos construtores este processo não é mais uma opção, mas uma necessidade (PRATES, 2010). Segundo Eastman (2011), o processo atual ainda é baseado em uma comunicação fundamentada no papel, no qual omissões e erros geram custos e imprevistos e diversos litígios entre construtoras e consumidores.

A falta de qualificação dos profissionais é um grande entrave para a implantação do BIM, muitos desconhecem a solução e já habituados a utilização do papel ou da ferramenta CAD são avessos a novas tecnologias. Eastman (2014) destaca ainda que muitas vezes é necessário retornar ao papel ou aos desenhos feitos no CAD para que todos os membros de uma equipe de um empreendimento possam compreender e se comunicar. Da mesma forma, muitas contratantes optam por tecnologias tradicionais para não perder um número elevado de empresas participantes em um processo licitatório.

Pereira (2014) destaca a desvantagem do modelo 2D em relação ao 3D, este oferece a possibilidade de compatibilização dos diversos projetos envolvidos a edificação, tal compatibilização permite a visualização de falhas na fase de planejamento propiciando a adoção de soluções técnicas antes mesmo da instalação do canteiro de obras, em contrapartida trabalhos

feitos na modelagem 2D que são restritos à expressão gráfica. Objetos desenhados em 2D não são automaticamente incluídos em lista de materiais, em análises ou outras aplicações possíveis ao BIM (EASTMAN, 2014).

Segundo Pereira (2014) o modelo computacional é desenvolvido com o mesmo objetivo do físico, sua vantagem está na possibilidade de readequação, desconstrução e remodelagem, caso haja alguma interferência, de modo mais preciso e em um menor tempo.

### **2.1.1 As vantagens do uso do BIM**

A metodologia BIM proporciona a criação de elementos em um ambiente virtual 3D, os mesmos são definidos como paramétricos ou inteligentes, além da representação espacial a modelagem permite a obtenção de novos atributos como tempo (4D) e custo (5D), desta forma é possível a obtenção de toda informação necessária referente ao projeto desde a fase inicial até a conclusão da obra.

A capacidade de propor soluções e análises é aumentada a partir da antecipação de problemas, esta vantagem oferecida pela utilização do BIM permite reduzir custos e prazos, aumentar a qualidade do projeto final, evitar retrabalhos e aumentar a eficácia do processo construtivo (PEREIRA, 2014). De acordo com Brandão (2014), as vantagens da utilização da metodologia BIM no campo da engenharia civil são diversas, vão desde a parte de elaboração de projetos à conclusão da edificação. Eastman (2014) aponta os seguintes benefícios obtidos com o uso do BIM no projeto:

- O modelo 3D gerado com o BIM é projetado diretamente em vez de ser gerado em múltiplas vistas 2D;
- É possível realizar correções automáticas de baixo nível quando mudanças são feitas no projeto;
- A geração de desenhos 2D são precisos e consistentes; e,
- A tecnologia BIM permite a colaboração antecipada entre várias disciplinas de projeto.

### **2.1.2 Desafios na implantação do BIM**

A implantação da plataforma BIM requer diversas mudanças e a resistência as mesmas é frequente. Eastman (2014) destaca que o uso do BIM ocasiona mudanças significativas nos relacionamentos dos integrantes do empreendimento e em seus termos contratuais. A integração entre os colaboradores do projeto é fundamental, pois as mudanças envolvem mais do que simples troca de softwares e treinamento de pessoal.

Uma das grandes dificuldades que as companhias enfrentam com a implementação do BIM é o uso de um modelo de construção compartilhado como base para todo trabalho e colaboração. Essa mudança exige tempo e dedicação, pois a utilização de softwares tradicionais ainda é uma grande barreira para a implementação, muitos profissionais têm resistência a adoção de novas tecnologias. Pereira (2014) enfatiza a importância da mudança na rotina atual, no processo colaborativo e no pensamento dos profissionais envolvidos no empreendimento.

O investimento financeiro é apontado como um outro entrave para a implantação da plataforma, seja no setor público ou privado. A aquisição de softwares e equipamentos adequados geram um custo elevado e demandam tempo para o treinamento das equipes. Pereira (2014) destaca que o treinamento de pessoal, além de custo gera dificuldades em encontrar os profissionais adequados, em vista do BIM ser considerado ainda de uso recente no cenário brasileiro.

### **2.1.3 Cloud-BIM**

O modelo integrado cloud-BIM, considerado a segunda geração do BIM, permite maiores níveis de cooperação e colaboração e uma plataforma de comunicação em tempo real mais eficaz para os membros da equipe do projeto. No entanto, a tecnologia ainda é relativamente nova para a indústria da construção. A integração da computação em nuvem com sua estrutura de parceria BIM poderia facilitar o pré-planejamento da construção sustentável ao longo do ciclo de vida de um projeto (WONG, 2014).

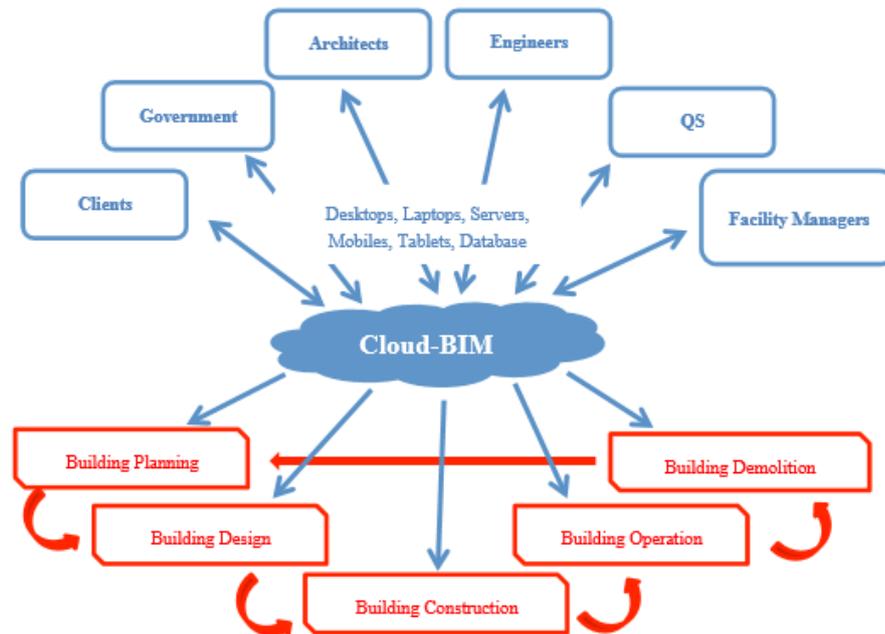
A tecnologia BIM trabalhada juntamente com o armazenamento em nuvem possibilita que cada disciplina tenha sua entrada no começo do processo. Dessa forma, mudanças caras e trabalhosas não precisaram ser feitas quando o trabalho já estiver em uma etapa avançada. Assim, a computação baseada em nuvem permite a colaboração em tempo real entre equipes de projetos com a capacidade de ampliar o BIM de projeto para construção.

Wong (2014) destaca que o modelo integrado *cloud*-BIM permite:

- Acessar um único espaço online para todos os membros das equipes se ajudarem entre si, a estarem o tempo todo conectados e organizados.
- Fazer com que todos os membros da equipe, não apenas os projetistas, visualizem e remarcarem os modelos do projeto.
- Transmitir ao vivo sessões de revisão com o modelo de construção compartilhado.

- Acompanhar o processo do projeto com histórico de versões e controle para ajudar a garantir que cada área do projeto tenha acesso às informações mais recentes.
- Acessar informações críticas de projeto de qualquer lugar — dentro de um navegador ou dispositivo móvel.

Figura 1. Conceito *cloud*-BIM



Fonte: Wong (2014)

O Autodesk BIM 360 Glue é uma solução de gerenciamento BIM centrada em dados e com base na nuvem para projetos de infraestrutura e construção que fornecem acesso fácil a modelos de projetos, dados e fluxos de trabalho colaborativos por meio de ferramentas de criação e aplicativos de controle de projetos. O BIM 360 Glue aprimora a colaboração, como as atualizações estão disponíveis imediatamente para todos os participantes do projeto ao redor do mundo (AUTODESK, 2017).

O BIM 360 Glue é composto por profissionais de arquitetura e engenharia e através de uma plataforma Nuvem permite que você projete, revise e interaja com os projetos, desde o conceitual até a fase de documentação.

## 2.2 BIM EM PROJETOS RODOVIÁRIOS

A evolução do BIM na área de infraestrutura é pouco disseminada em comparação ao setor de obras civis, entretanto as obras de engenharia rodoviária possuem suas etapas interconectadas, o que torna o uso do BIM altamente proveitoso (BRANDÃO, 2014). Um dos

principais transtornos em obras desse tipo reside no estouro de orçamento. A plataforma BIM permite a redução de até 30% nos custos de atividades auxiliares e 25% nos custos de drenagem, tais reduções são possíveis devido a detecção de interferências previstas antes da etapa de execução. A integração entre o modelo 4D e 5D validam o planejamento antes da publicação do edital, o que torna a etapa licitatória mais ampla e transparente (GRANADEIRO, 2016).

Os principais softwares utilizados nas obras de infraestrutura que utilizam a metodologia BIM são o AutoCAD Civil 3D e o Infracore. O AutoCAD civil 3D possibilita a criação de um modelo 3D com atualização automática de modificações, além do software oferecer suporte à modelagem BIM (AUTODESK, 2017). Brandão (2014) destaca as principais utilidades do software:

- Obtenção de dados sobre a alocação de materiais;
- Sincronização do desenho com o projeto;
- Geração de documentos em planta;
- Obtenção dos volumes de corte e aterro com o cálculo do movimento de terra; e,
- Exportação de dados para outros softwares.

Figura 2. Projeto de estrada no sul da Califórnia



Fonte: AutoDesk (2017)

O Infracore possibilita a integração entre o BIM e o GIS (*Geographic Information System*), este último fornece informações georreferenciais sobre o local da realização da obra como relevo, ocupação urbana e características geográficas. O software permite a criação de opções preliminares do projeto a partir dos dados disponíveis, ampliando a visão sobre o mesmo. O Infracore por atuar em plataforma BIM permite a interoperabilidade entre diversos programas, o que é muito útil aos profissionais do setor de infraestrutura (AUTODESK, 2017).

Figura 3. Análise da distância de visibilidade



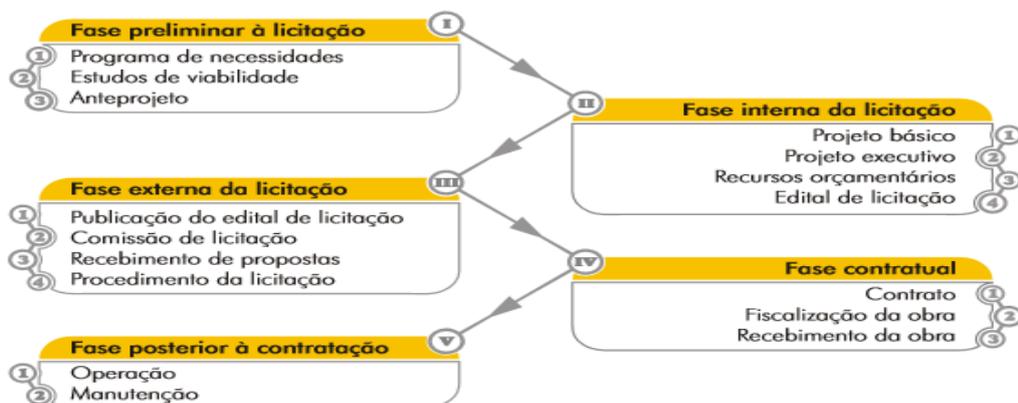
Fonte: (Autodesk,2017)

### 2.3 BIM EM OBRAS PÚBLICAS

Este tópico tem como finalidade apresentar como o BIM é aplicado na gestão de obras públicas. De acordo com o Tribunal de Contas da União (TCU), obra pública é considerada toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público. Ela pode ser realizada de forma direta, quando a obra é feita pelo próprio órgão ou entidade da Administração, por seus próprios meios, ou de forma indireta, quando a obra é contratada com terceiros por meio de licitação. (TCU, 2013)

Da fase inicial até a conclusão de uma obra pública existe uma série de etapas, muitas destas antes mesmo do processo licitatório. A figura abaixo apresenta os procedimentos da fase de licitação, o cumprimento de tais etapas é considerado crucial para o bom andamento da obra.

Figura 4. Fluxograma de procedimentos



Fonte: TCU (2013)

A adoção do BIM é considerada um passo necessário para mitigar os custos e aumentar a eficiência em obras públicas. (MATOS, 2016). No Brasil os passos em direção a adoção da plataforma BIM ainda são vagarosos. No país ainda não há decretos ou leis em relação ao uso do BIM, com relação a normas, Matos (2016) destaca as seguintes:

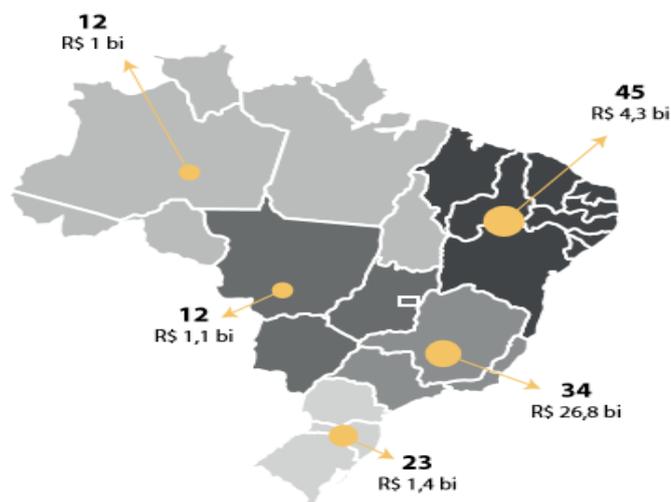
- ABNT NBR 15965-2:2012 Sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: Características dos objetos da construção;
- ABNT NBR 15965-3:2014 - Sistema de classificação da informação da construção. Parte 3: Processos da construção;
- ABNT NBR 15965-7:2014 - Sistema de classificação da informação da construção. Parte 7: Informação da construção.

No âmbito governamental, o plano Brasil Maior é apontado como um importante passo na adoção da plataforma na iniciativa pública. O plano Brasil Maior é uma iniciativa governamental criada pela medida provisória nº 540/ 2011. O objetivo do plano é ampliar a competitividade da indústria nacional, entre um dos objetivos específicos do plano está a intensificação do uso da plataforma BIM. (GALHARDO, 2016)

- Entre as medidas do plano Brasil Maior Matos (2016) destaca as seguintes:
- Inserir a biblioteca de componentes da construção civil, disponibilizando-a em portal da internet com acesso público e gratuito;
- Estabelecer a tecnologia BIM no sistema de obras do Exército; e,
- Difundir e complementar a normatização brasileira para o BIM.

Apesar da escassez em relação a direcionamentos governamentais, o país vem demonstrando interesse na adoção da ferramenta motivado pelo número crescente de irregularidades em obras públicas. De acordo com o TCU (2016) de setembro de 2015 a agosto de 2016 foram realizadas 126 auditorias em obras públicas, encontrando irregularidades em 77 delas. A figura abaixo demonstra a distribuição geográfica de tais irregularidades.

Figura 5. Distribuição geográfica das fiscalizações e valores envolvidos



Fonte: TCU (2016)

O TCU (2016) destaca as principais irregularidades encontradas em obras públicas: atrasos no cronograma da obra, projetos básicos e executivos irregulares e ineficientes, superfaturamento e diversas irregularidades na parte de execução. A Fiscobras, plano de divulgação anual do TCU, aponta os diversos prejuízos ocasionados por obras irregulares a sociedade como: pagamento com valores acima do estabelecido para a execução de obras, desperdício de recursos públicos; ocorrência de obras inadequadas e inseguras; não atendimento a normas técnicas e atrasos na conclusão da obra devido às revisões de projeto.

Alguns órgãos e setores da iniciativa pública tem utilizado a plataforma BIM em seus projetos. O exército brasileiro é um dos precursores na adoção do BIM, a diretoria de Obras Militares (DOM) é responsável por criar normas e gerenciar todo o ciclo das obras públicas do exército. A Petrobras e o Banco do Brasil realizaram algumas licitações exigindo o uso da solução BIM, como destaque as realizadas pelo banco entre 2013 e 2014 para a construção e reforma de 270 aeroportos em municípios brasileiros (MATOS, 2016).

A experiência de implantação do BIM no DNIT ocorreu devido a intenção do órgão de modernizar-se. Nesse sentido, a adoção de novas tecnologias que pudessem agilizar e tornar o processo transparente e eficiente seria crucial. Entretanto, tal implantação encontrou barreiras, como por exemplo a falta de capacitação dos profissionais do órgão quanto a ferramentas que são consideradas básicas para a posterior implantação do BIM, como a ferramenta CAD. Foi constatado pelo órgão que também seriam necessárias mudanças e atualizações nos maquinários, considerados obsoletos para o uso da plataforma, a estrutura física do órgão

deveria ser reestruturada, o que tornaria a implantação do BIM um processo longo e caro (IOP, 2015).

Em relação a diretrizes de implantação do BIM, o governo de Santa Catarina elaborou o caderno de apresentação de projetos em BIM, na qual são destacados os procedimentos necessários para a elaboração de projetos em BIM. O objetivo da elaboração do caderno é minimizar pontos que dificultem a análise e interpretação dos projetos (SANTA CATARINA, 2014).

Matos (2016) destaca o uso da plataforma BIM na fiscalização de obras públicas, de acordo com os autores os benefícios advindos com a utilização do BIM vão desde a etapa de elaboração até a execução do projeto, agilizando o processo de fiscalização, pois os fiscais terão informações necessárias para exigir o correto cumprimento do contrato. O autor destaca os benefícios dos modelos 4D e 5D para a fiscalização de projetos, as modelagens proporcionam a obtenção de informações consideradas fundamentais a etapa de fiscalização, o que torna o processo eficiente, como benefícios são citados:

- Cronograma da obra, gerado no modelo 4D, permite a visualização do sequenciamento da obra. Nessa etapa é possível visualizar falhas e omissões no projeto;
- Associado ao modelo 4D é derivado os custos da obra, constituindo o modelo 5D, que oferece informações do custo ao longo do prazo estipulado para a execução, tornando o controle financeiro amplo e dinâmico aos fiscais de obra;
- A plataforma permite a elaboração de simulações do previsto versus realizado, o que possibilita a obtenção de informações sobre adiantamentos e atrasos na obra;
- É possível a extração de quantitativos, o que confere maior precisão na elaboração das medições; e,
- O modelo 5D permite a captação de informações referentes ao custo durante a execução da obra, o que permite aos fiscais estabelecer um controle mais rigoroso.

Embora apresente limitações, a plataforma BIM possibilita a minimização das principais irregularidades encontradas em obras da iniciativa pública, sua adoção é um importante avanço tecnológico para o setor (MATOS, 2016).

## 2.4 CASOS DE IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA BIM

Este tópico tem como finalidade apresentar três casos de implantação do BIM: em Portugal, Singapura e no Reino Unido.

### 2.4.1 Portugal

De acordo com a Federação Portuguesa da Industrial da Construção e Obras Públicas (FEPICOP), a recessão da economia portuguesa atingiu fortemente o setor de construção, o número de obras caiu e os investimentos no setor tiveram uma queda significativa. A Federação aponta um balanço negativo no setor, “até setembro, quebras de 3,1% no Valor Acrescentado Bruto (VAB) do Setor e de 3,6% na Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) em construção, a contrastar com a evolução positiva de +1,1% observada pelo PIB no mesmo período” (FEPICOP, 2017).

As últimas décadas comprovam a falta de competitividade da indústria de construção portuguesa, Taborda e Cachadinha (2012) apontam algumas causas: prazos ultrapassados, orçamentos excedidos, segurança deficiente e fraca qualidade são observações comuns nas obras em Portugal. A inércia do setor imobiliário, a modificação legislativa, o cenário econômico desfavorável e a redução no número de obras públicas colocam Portugal em um patamar estratégico que levam a debater e refletir a importância da utilização da ferramenta BIM em suas obras (VENÂNCIO, 2015). O novo formato de legislação portuguesa para obras públicas impõe a responsabilização para todos os envolvidos nas etapas construtivas, o que incita empresas, construtores e profissionais a buscarem formas de otimização de processos de modo a minimizar falhas.

De acordo com Taborda e Cachadinha (2012) é preciso que ao longo do tempo aconteçam mudanças nos diversos setores para que a implantação seja em larga escala e envolvam as iniciativas públicas e privadas, as grandes empresas terão papel fundamental. O papel das instituições de ensino para a implementação do BIM é crucial em qualquer país que esteja disposto a passar por esta transição, em Portugal algumas instituições de ensino como a universidade do Minho vem desempenhando esta função.

Nas faculdades há iniciativas como o BIMCLUB, desenvolvido pelo setor acadêmico com objetivo de divulgar e promover a discussão sobre a ferramenta e ampliar o conhecimento no meio acadêmico, formando futuros profissionais que estejam preparados para as mudanças que a sociedade coloca (BIMCLUB, 2016). Venâncio (2015) ainda destaca a importância de uma maior influência governamental para o bom andamento da implantação de tecnologias da

informação, como o BIM, na indústria de construção civil portuguesa. Caso não haja ampliação desse interesse, a adoção do BIM tende a ineficácia e a morosidade.

#### 2.4.2 Singapura

Singapura é considerada um dos primeiros países do mundo a caminhar para um processo de implantação da metodologia BIM. A aplicação de tecnologias avançadas de informação e comunicação (TIC) é responsável pelos parâmetros positivos de crescimento econômico (SENG, 2012). O IOP (2015) ressalta que o processo inicial de implantação da metodologia identificou algumas dificuldades como:

- Baixa demanda de projetos elaborados com o uso do BIM;
- Baixo nível de qualificação dos profissionais;
- Utilização de práticas conservadoras e metódicas; e,
- Falta de investimentos e destinação de recursos para adoção do BIM.

Tais entraves foram enfrentados pelo governo de Singapura que tomou a liderança para a adoção da plataforma BIM em suas obras. Em 2012, dezoito obras públicas tiveram seus projetos elaborados com o BIM, na figura abaixo a obra do Marina Bay Sands, seu projeto foi aprovado em três meses.

Figura 6. Marina Bay Sands



Fonte: (IOP, 2015)

A iniciativa de implantação da ferramenta BIM no país é considerada avançada e bem estruturada, visto que partiu do setor público, algo que para países menos desenvolvidos ainda não é realidade (PINI, 2015). A implantação do BIM no país vem ocorrendo de forma gradativa, restringindo-se a determinada classe de obra, integrando as demais aos poucos. A iniciativa governamental para a adoção da metodologia é efetiva e consistente, no país a Autoridade de Construções e Edificações de Cingapura (*Building and Construction Authority, BCA*) é o órgão

responsável pela implantação de obras em Cingapura e mantém um esforço presente para que a introdução do BIM se der de forma eficaz e dinâmica. O órgão estabeleceu a seguinte meta: pelo menos 80% da indústria da construção deverá utilizar o BIM amplamente até 2015 (TEO et al., 2015).

A principal estratégia da BCA consiste na modificação legal de normas referentes a aprovação de obras e projetos. A utilização do BIM nos projetos tornou-se obrigatória de forma que todo o setor de construção civil do país teve de se adequar ao novo modelo de contratação (SENG, 2012). Segundo TEO et al. (2015) a implantação de um comitê de diretrizes, responsável pelo desenvolvimento de normas e administração de recursos referentes a adoção de novas tecnologias, é substancial para o bom andamento do processo. Tal comitê centraliza as informações e confere mais credibilidade e acessibilidade aos projetistas e construtores, aconselhando e orientando os mesmos.

A *Integrated Project Delivery* (IPD), em português Entrega de Projetos Integrados, é uma força tarefa responsável pela integração entre projetistas e construtores, o objetivo é evitar possíveis incompatibilidades antes do processo de execução das obras (SENG, 2012). De acordo com Teo et al. (2015), as regras e padronizações necessitam de clareza e consistência para evitar possíveis equívocos por parte das contratadas, desta forma houve a preocupação por parte da BCA de aplicar um modelo eficaz de adoção das tecnologias baseado nos pilares de transparência e confiabilidade. O órgão disponibilizou gratuitamente os manuais e ofereceu treinamentos para os profissionais do setor da construção civil e da iniciativa pública ligados ao processo de adoção do BIM.

Os investimentos em educação refletem diretamente na aceitação e adoção do processo colaborativo por parte dos órgãos e empresas, a busca por modernização e dinamismo é constante, sendo aplicada e debatida nas instituições de ensino. Todo esse processo forma profissionais conscientes da real necessidade e importância da adoção de soluções como a Modelagem de Informação da Construção nos setores públicos e privados. Os cargos de chefia e coordenação das instituições públicas são preenchidos por servidores pertencentes as próprias instituições, tais servidores recebem capacitação e são responsáveis por difundirem o processo colaborativos no âmbito de seus respectivos órgãos (IOP, 2015).

De acordo com Teo et al. (2015) a implantação da metodologia BIM ampliou o desenvolvimento da tecnologia da informação na indústria de construção civil de Singapura e aponta reflexos na produtividade. Entretanto muito ainda há de ser realizado para elevar os índices de qualidade e eficiência, como melhoria e ampliação da utilização da metodologia BIM nas fases de pós-construção e gestão de instalações.

Segundo o IOP (2015) a experiência da implantação do BIM em Singapura aponta para a necessidade e importância da aplicação desta metodologia no setor público brasileiro. A estratégia de adoção utilizada deve nortear os parâmetros e diretrizes para que a eficácia alcançada seja similar.

### **2.4.3 Reino Unido**

A indústria da construção civil possui grande impacto na economia do Reino Unido, 7% do PIB, entretanto a mesma sofre com o baixo desempenho e alto índice de desperdício, o que obriga o segmento a buscar maneiras de driblar tais fatores (KASSEM, 2015). O setor de construção civil ampliou os investimentos em tecnologias da informação, dentre elas destaca-se o BIM. O governo britânico reconhece a metodologia como crucial para o aumento do desempenho econômico do setor de construção do país (FARZAD; YUSUF, 2012).

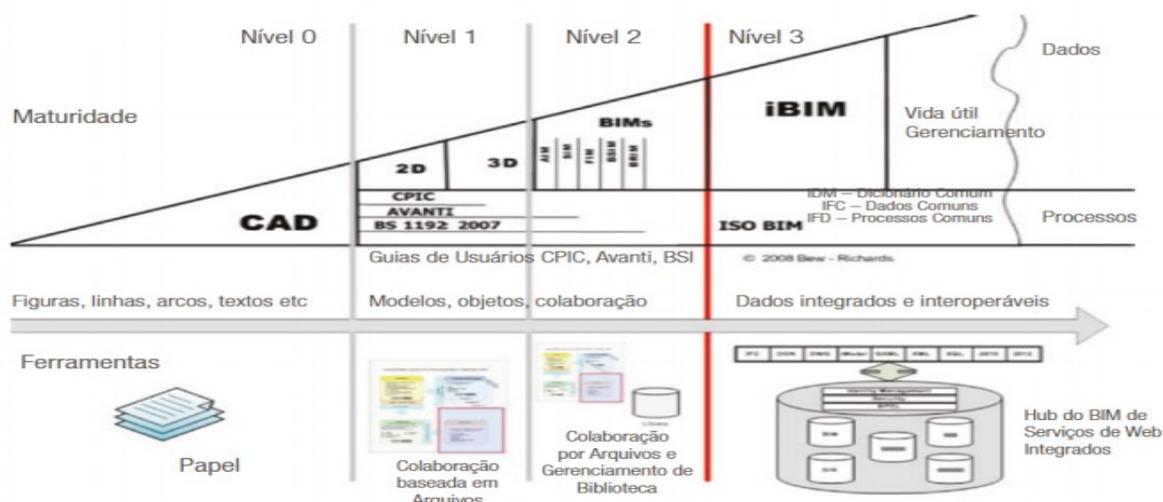
O setor público é responsável por um grande patamar de obras britânicas, cerca de 30% e 40% das construções desenvolvidas no país. Desta forma, o governo concluiu que as iniciativas para adoção da metodologia BIM deveriam partir da iniciativa pública, de forma a abranger um maior número possível de projetos. Uma iniciativa governamental, iniciada em 2011, torna obrigatório a adoção do BIM a partir de 2016, o que coloca o Reino Unido na vanguarda da construção digital. O objetivo do plano de implantação da metodologia BIM é sua adoção tanto no setor público quanto privado, de forma a abranger um vultuoso número de instituições. O plano exige a adoção do BIM totalmente colaborativo, que consiste no agrupamento de todas as informações referentes aos projetos e suas documentações digitalizadas. O governo acredita que a adoção do BIM elevará os parâmetros de transparência e eficiência nas obras britânicas (KASSEM, 2015).

O governo britânico instituiu a Estratégia de Pousos Suaves do Governo (GSL), e espera que a transição do modelo convencional para o BIM seja tranquila, por isso o termo utilizado para nomear a estratégia. Entre os objetivos da GLS destacam-se os seguintes:

- Na fase inicial do projeto devem ser divulgados objetivos claros e possíveis;
- O processo de transição deve ser planejada e deve englobar as fases de treinamento, e acompanhamento; e,
- Devem ser registradas análises dos projetos para compartilhamento futuro.

O modelo de maturidade da implementação do BIM compreende quatro níveis como demonstrado pela figura 6.

Figura 7. Níveis de maturidade do BIM no Reino Unido



Fonte: (KASSEM, 2015)

Os níveis de maturidade vão desde a utilização da ferramenta CAD (nível 1) até a integração total do BIM (nível 3). De acordo com Kassem (2015), o **Building 2025** é um documento com estratégias elaborado entre governo e indústria. Este documento tem o propósito de:

- Redução de gastos com edificações e manutenção em um percentual de 33%;
- Redução de tempo entre elaboração do projeto conceitual e a construção de novas edificações em 50%; e,
- Minimizar a emissão de gases do efeito estufa em 50%.

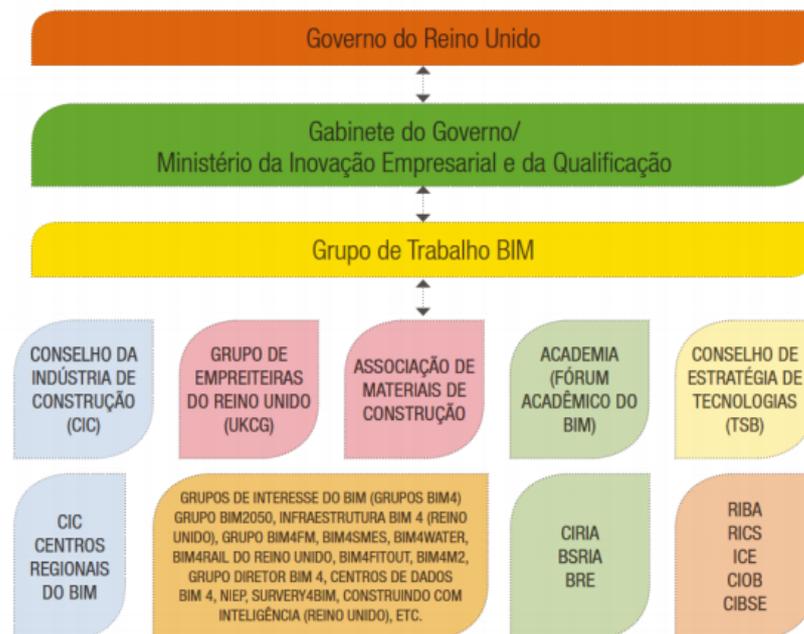
O governo se posicionou como o principal responsável pela implantação do BIM no Reino Unido e elaborou protocolos e guias para direcionar as iniciativas públicas e privadas, entre tais protocolos destacam-se os seguintes:

- A-1 PROTOCOLO DE BIM; neste protocolo são incluídos guias com uma série de exigências referentes ao modelo a ser cumprido, estabelecem o papel do gestor de informações e auxiliam na entrega de resultados dos projetos, pois fornecem um plano de execução do BIM. Estes protocolos são adequados para uso em todos os projetos do BIM Nível 2.
- A-2 PROTOCOLO BIM AEC (REINO UNIDO); este protocolo possui orientações específicas para a utilização de programas como Revit, ArchiCAD e Vectorworks e foram criados por profissionais das áreas de arquitetura, engenharia e construção.

- A-3 BS 1192:200; não foi criado exclusivamente para o BIM, porém serve de base para o emprego de demais normas e protocolos referentes ao assunto. Este protocolo estabelece a metodologia para o gerenciamento da produção, distribuição e qualidade de informações da construção.
- A-4 PAS 1192-2:201; voltada a esclarecer os processos necessários ao Nível 2 do BIM, obrigatórios na fase de entrega.

O objetivo desses protocolos é garantir o engajamento entre indústria e governo e servir de base para fornecer informações e parâmetros, os mesmos criam exigências e estabelecem especificações para as diversas fases de adoção da metodologia. A elaboração desses guias e protocolos é considerado um aspecto fundamental de sucesso na implantação britânica do BIM (KASSEM, 2015). A implantação do BIM no Reino Unido é dividida em setores e possui alguns atores que são responsáveis diretos para o bom andamento da adoção. A figura abaixo demonstra esses principais atores.

Figura 8. Atores líderes do Reino Unido



Fonte: (KASSEM, 2015)

Kassem (2015) destaca o envolvimento do governo britânico na implantação do BIM, considerando seu empenho fundamental, pois o mesmo é o principal contratante de obras no país. A elaboração de guias e parâmetros para a adoção do BIM por parte iniciativa governamental também é crucial, visto que pode alcançar um maior número de segmentos da construção e englobar tanto a iniciativa pública quanto privada.

## 2.5 MAPEAMENTO DE PROCESSOS.

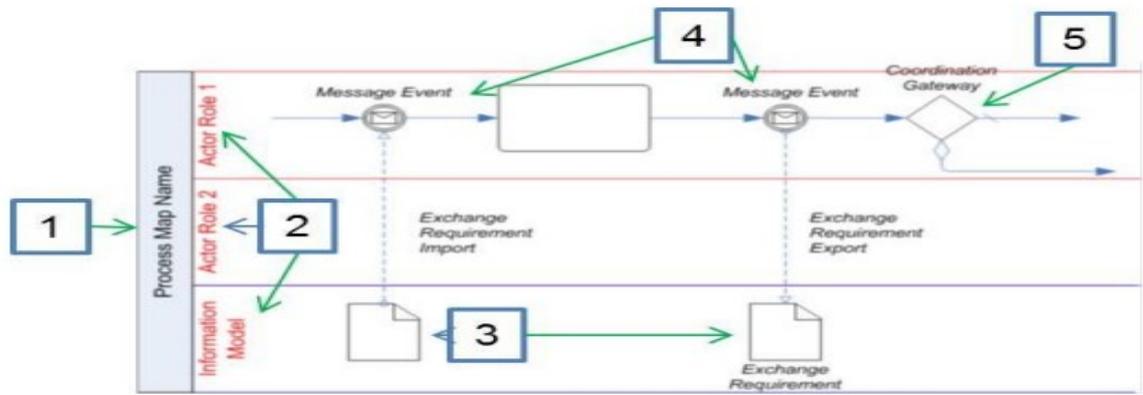
O mapeamento de processos tem como o objetivo de melhorar as atividades existentes ou implantar novas estruturas voltadas a melhoria contínua. É considerada uma excelente ferramenta de compreensão das atividades desempenhadas dentro da estrutura organizacional, de modo a permitir a análise dos procedimentos obsoletos e alternativas para mitigá-los (VILLELA, 2000).

Segundo Pereira (apud MELLO, 2008, p. 28), se as técnicas de mapeamento de processos forem empregadas de forma correta é possível a correção dos elementos considerados problemáticos e a detecção das atividades que não geram valor. O mapeamento de processos se divide em diferentes técnicas com enfoques distintos, dentre elas podemos destacar o fluxograma e os mapas de processos. O fluxograma permite o registro de ações de algum tipo e pontos de tomada de decisão que ocorrem no fluxo real. O fluxograma pode ser criado para vários níveis de organização, o que permite uma visão global dos processos (DE PINHO, 2007). Os mapas de processo são desenvolvidos de forma compacta, o que torna a compreensão fácil e dinâmica.

Segundo Manzione (2013), os mapas de processos proporcionam um entendimento das atividades que compõe o trabalho como um todo, é possível a identificação dos agentes que executam as atividades e das informações principais referentes a organização. De acordo com Pereira (apud Slack et al, 1997) os processos são desenvolvidos em uma sequência lógica englobando as etapas de processo, entrada e saída. Além disso, De Pinho (2007) ressalta que mapear ajuda a identificar as fontes do desperdício, fornecendo uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura e serviços, tornando as decisões mais visíveis, de modo que se possa discuti-las, portanto, melhorá-las.

De acordo com Villela (2000) a realização de mapas de processos permite a identificação das interfaces críticas e a definição de oportunidades para simulações de processos. Os mapas de processos desempenham função fundamental na formulação de pontos críticos e reformulações na estrutura organizacional. As atividades, restrições e informações são consideradas de forma simultânea. Manzione (2013) ainda destaca que os principais pré-requisitos para a realização de um mapa de processos são: objetivo, entrada e saídas de informação, conjunto de atividades desenvolvidas e os pontos de tomadas de decisão. A figura 9 demonstra os principais componentes de um mapa de processos.

Figura 9. Principais componentes de um mapa de processos



Fonte: Manzione (2013)

### 3 METODOLOGIA

Este tópico tem como finalidade descrever como a pesquisa foi desenvolvida, indicando métodos e técnicas utilizados para alcançar o objetivo deste trabalho.

#### 3.1 DESENHO DO ESTUDO

Para que os objetivos abordados neste projeto de pesquisa fossem alcançados, a metodologia tem a finalidade de realizar uma pesquisa bibliográfica e documental relacionados à implantação do BIM. O método escolhido foi um estudo de caso em profundidade devido à natureza da pesquisa.

O procedimento metodológico adotado para conduzir esta pesquisa foi um estudo de caso. De acordo com Ventura (2007), o estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados.

Segundo Gil (2002), O estudo de caso se caracteriza pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante os outros delineamentos considerados. O autor aponta algumas vantagens do estudo de caso:

- O estímulo a novas descobertas;
- Focalização do problema como um todo;
- Procedimento de coleta e análise de dados considerados simples;

Este projeto de pesquisa possui a natureza qualitativa com caráter exploratório. De acordo com Rodrigues (2007), a pesquisa qualitativa é considerada como descritiva, pois as informações obtidas não podem ser quantificáveis, os dados obtidos são analisados indutivamente. O autor ressalta que a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são consideradas básicas no processo de pesquisa qualitativa.

A pesquisa exploratória possui a finalidade de proporcionar maior familiaridade com o problema através da realização de levantamentos bibliográficos ou entrevistas, assim como pesquisa bibliográfica que permitam explorar o caso em profundidade.

#### 3.2 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no município de Palmas-TO. A coleta de dados deste projeto foi executada de junho a julho de 2017, realizada no setor de projetos do DNIT/Palmas-TO

localizado na Av. Joaquim Teotônio Segurado, 1.102 Sul, Conjunto 01, Lote 14 - Plano Diretor Sul.

### 3.3 OBJETO DE ESTUDO OU POPULAÇÃO E AMOSTRA

O objeto de estudo que norteou este projeto de pesquisa foi o setor de projetos do DNIT, localizado no município de Palmas-TO. O setor é responsável pela análise de projetos de sinalização, obras de arte, geométrico, geotécnico e pavimentação, além da elaboração de orçamentos e termos de referência. A equipe que atua no setor é composta de quatro analistas de infraestrutura e transportes e um estagiário.

### 3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS E ANÁLISE

Neste trabalho foram seguidos os seguintes passos para alcançar o objetivo geral desta pesquisa, apresentados no fluxograma da figura 10.

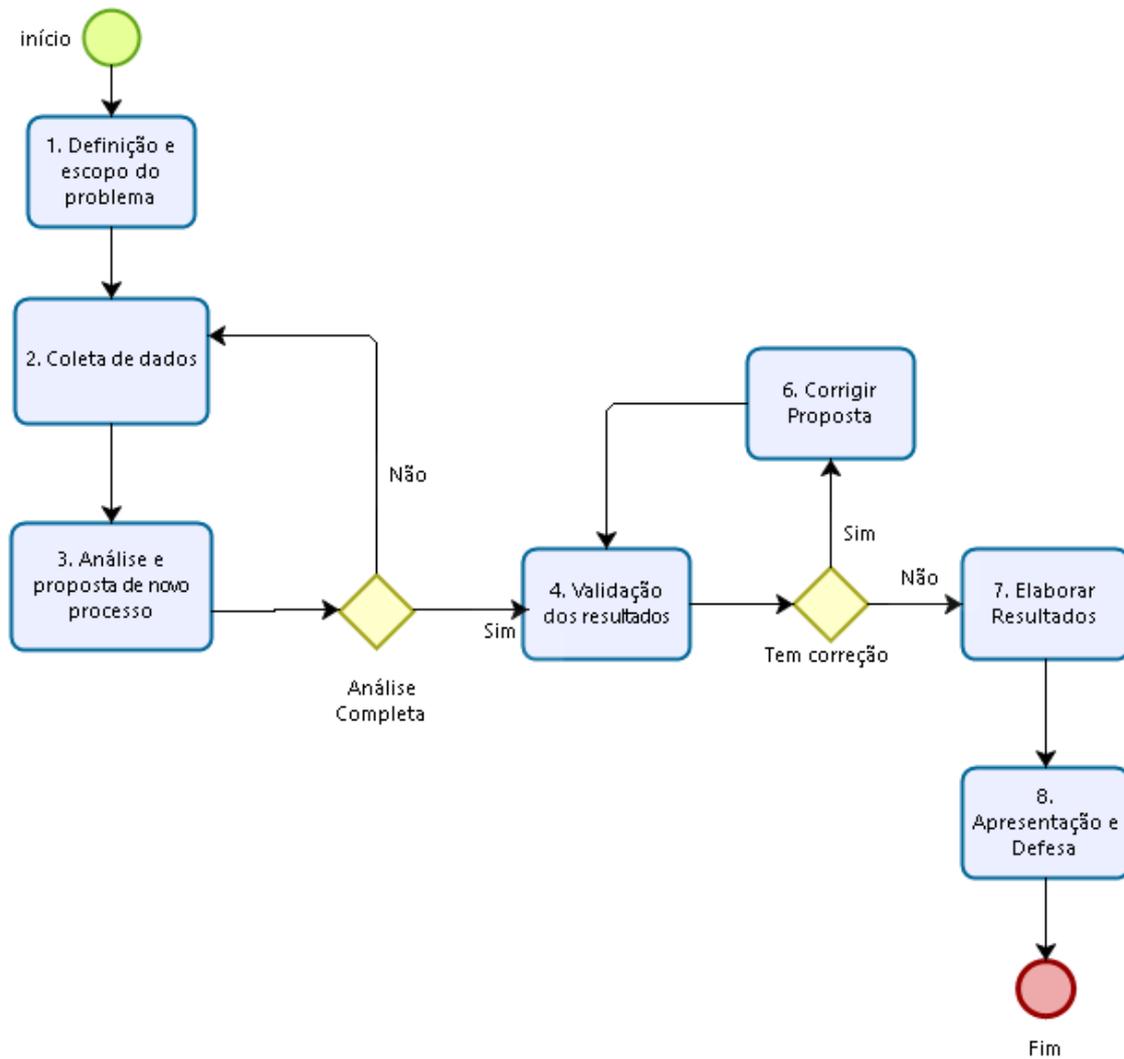
No passo 2 foram realizadas entrevistas semiestruturadas (vide, apêndice A). Nesta etapa foi analisada a estrutura organizacional do setor e as atividades desenvolvidas pelo mesmo, com o intuito de estudar os processos atuais, a fim de identificar o processo de maior importância e verificar os pontos onde se faz necessária alteração para inserção do BIM. Ao material coletado foram agregadas todas as observações diretas coletadas pela acadêmica e anotada no seu diário de campo.

No passo 3 foi elaborado uma proposta de processo, incluindo as recomendações extraídas dos estudos realizados na etapa 1 e incorporando as boas práticas já em uso na instituição, identificadas na etapa 2.

Foi verificado se a proposta contempla todos os fatores críticos recomendados pela literatura. Assim, além da proposta de processo, foram também apresentadas as necessidades e recomendações de organização em relação à estrutura, treinamento, suporte e governança. Caso haja insuficiência de informações nos dados coletados no passo 2, retorna-se ao campo e no caso de a análise estar completa prossegue-se para a etapa de validação da proposta com os interlocutores do estudo.

O passo 4 consiste na etapa de validação do processo proposto e casos haja erros ou falhas identificadas nos processos ou pontos a serem revisados (passo 6). Esse ciclo se repete até que as partes interessadas do DNIT esteja confortáveis com a proposta apresentada.

Figura 10. Fluxograma para o desenvolvimento do projeto



Fonte: Autor (2017)

O passo 7 consistiu na elaboração das conclusões e considerações finais do trabalho de pesquisa, além da propositura de recomendações para estudos futuros.

No passo 8 o trabalho foi apresentado para a banca e conforme necessidade foram feitos ajustes e as correções finais.

O protocolo de pesquisa representado abaixo possui o objetivo de conduzir a pesquisa, evitando perda de foco do trabalho e ocasionando a eficácia na coleta e análise dos dados.

Quadro 1. Protocolo de Pesquisa

<b>Visão Geral do Projeto</b>
<p><b>Objetivo:</b> O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o processo atual e propor uma alternativa para implementação da plataforma BIM no setor de projetos do DNIT Palmas-TO.</p> <p><b>Assuntos do Estudo:</b> implantação do BIM em organizações públicas de infraestrutura rodoviária.</p>
<b>Procedimentos de Coleta de Dados em Campo</b>
<p><b>Apresentação das Credenciais:</b> Apresentação como estudante do curso de Engenharia Civil do CEULP/ULBRA.</p> <p><b>Acesso aos Locais:</b> A pesquisa ocorreu na cidade de Palmas (TO), negociada previamente com os interlocutores.</p> <p><b>Fonte de Dados:</b> Primárias (entrevistas e observações de campo) e secundárias (material disponível em meios públicos e eletrônicos).</p> <p><b>Advertências de Procedimento:</b> Não se aplica.</p>
<b>Questões Investigadas no Estudo</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Levantamento bibliográfico sobre os critérios para implantação do BIM no setor em estudo.</li> <li>b. Vantagens e benefícios que o BIM proporcionará ao setor de projetos.</li> <li>c. Desafios enfrentados por outras empresas para implantação do BIM</li> <li>d. Levantamento de competências e boas práticas vigentes.</li> </ol>
<b>Esboço para o Relatório Final:</b>
<p>Apresentar a relação entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Práticas atuais e as Boas práticas nos casos de implantação do BIM.</li> <li>• Apresentar principais desafios para implantar o BIM no setor de projetos do DNIT/Palmas.</li> <li>• Relação da capacitação de mão de obra e a maturidades dos parceiros para o tema (fornecedores e órgãos envolvidos).</li> <li>• Possibilidade de estudos futuros.</li> </ul>

Fonte: adaptado de YIN (2010)

#### **4 APRESENTAÇÃO DO CASO**

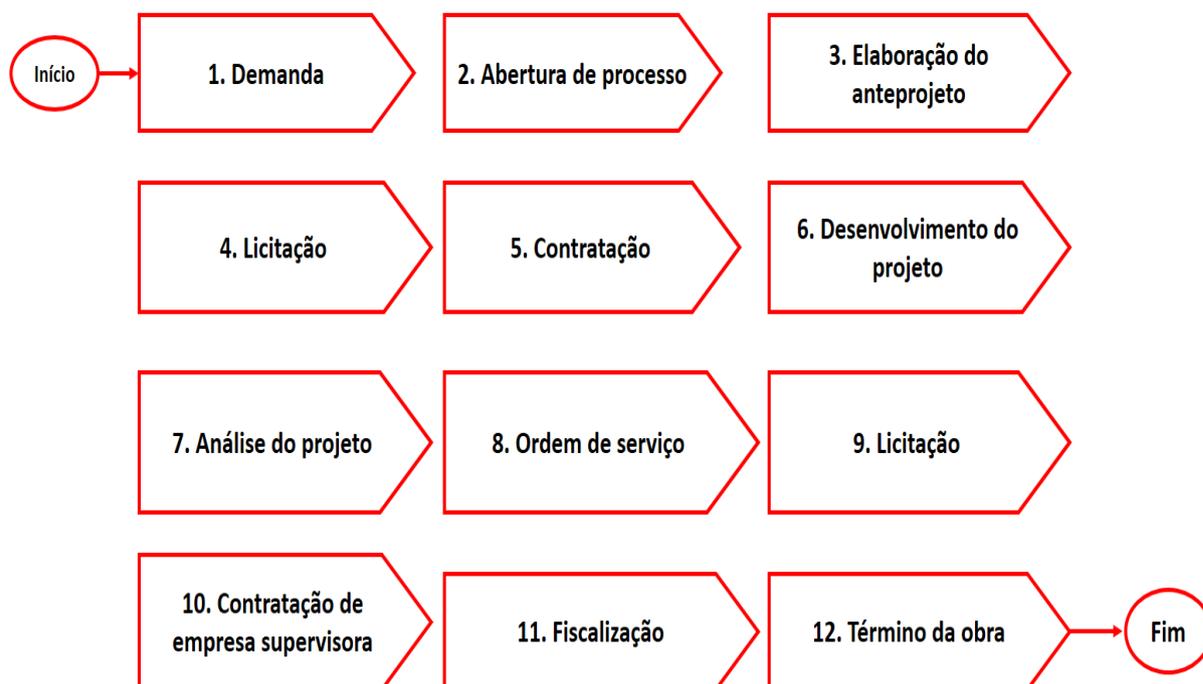
O DNIT é o principal órgão executor do Ministério dos Transportes, foi implantado em fevereiro de 2002 para desempenhar as funções relativas à construção, manutenção e operação da infraestrutura dos segmentos do Sistema Federal de Viação sob administração direta da União nos modais rodoviário, ferroviário e aquaviário. É dirigido por um Conselho Administrativo e por cinco diretores nomeados pelo Presidente da República e conta com recursos da própria União para a execução das obras.

As superintendências são unidades administrativas regionais, da qual entre outras funções cabe implementar as políticas formuladas pela Diretoria Colegiada do DNIT (DF) para o planejamento, administração, manutenção, melhoramento, expansão e operação da infraestrutura terrestre. A superintendência regional do Tocantins está localizada na cidade de Palmas, dividida em setores responsáveis por uma gama de serviços, dentre eles encontra-se o setor de Planejamento e Projetos, foco desse estudo.

Para o mapeamento de processos do setor em estudo analisou-se inicialmente o caminho que um projeto percorre dentro do órgão e os serviços que são desempenhados pelo mesmo até a entrega da obra, observando-se o impacto dessas atividades para o setor de Planejamento e Projetos. A figura 11 representa um fluxo genérico do trâmite de uma demanda no órgão.

Para este estudo foram considerados os projetos desenvolvidos sob a forma Regime Diferenciado de Contratação (RDC). No modelo de contratação integrada, o ente licitante somente apresenta um anteprojeto aos interessados, todos os demais trabalhos, desde a elaboração dos projeto básico e detalhado até a realização de testes são feitos pelo contratado, que deve entregar o empreendimento dentro dos parâmetros convencionados. Os projetos desenvolvidos sob a forma RDC são encaminhados ao setor de Planejamento e Projetos para análise.

Figura 11. Fluxograma genérico



Fonte: Autor (2017)

Dentro do setor de Planejamento e Projetos são elaborados os anteprojeto, passo 3, de acordo com a instrução de serviço nº 09, de 23 de maio de 2016. Os anteprojeto são um conjunto de elementos técnicos mínimos necessários para caracterizar a obra ou serviço, devem demonstrar de maneira clara e precisa os requisitos específicos do empreendimento, indicando os normativos técnicos ou quais as soluções deverão ser desenvolvidas e estabelecendo parâmetros de aceitabilidade e desempenho desejáveis.

Os anteprojeto são repassados ao setor de Licitação, passo 4, que é responsável pelos trâmites licitatórios, entre as principais funções deste serviço estão: coordenar e executar as atividades relativas à realização de licitações de serviços e obras de engenharia, compras e serviços administrativos sob sua responsabilidade; manter o cadastro de pessoas físicas ou jurídicas com habilitação necessária à participação em licitações e subsidiar a Coordenação-Geral de Cadastro e Licitações; promover a divulgação e a publicidade dos atos convocatórios de licitações a serem procedidas no âmbito da Superintendência Regional.

Após o processo licitatório, a contratada elaborará o projeto executivo, o mesmo poderá ser apresentado com a divisão do lote em trechos ou etapas, justificada pela antecipação do cronograma de execução da obra, desde que contenha as informações mínimas necessárias, de forma a não comprometer as análises da equipe técnica, nem a compatibilidade de soluções

entre os trechos definidos. Ao término da elaboração dos projetos a contratada remeterá os mesmos ao setor de Planejamento e Projetos.

A análise dos projetos é realizada tomando-se como base os levantamentos de campo e estudos geotécnicos, os quais deverão estar em conformidade com as Instruções de Serviço e demais normativos do DNIT pertinentes. Caso o projeto não tenha sido elaborado de acordo com as normas técnicas ou contenha falhas o setor reenvia a contratada para que ajustes e correções sejam efetuadas e o projeto seja novamente protocolado junto ao órgão, entretanto caso o mesmo atenda as especificações desejáveis é elaborado um parecer técnico confirmando a aprovação do projeto.

Após a etapa de análise, ocorre a emissão da ordem de serviço, passo 8, e a contratada passa a ter prazos para apresentação do plano de ataque dos serviços. É aberto um processo licitatório para contratação de uma empresa de supervisão, passos 9 e 10, Os Serviços Técnicos de Supervisão de Obras de pavimentação ou restauração são aqueles executados por empresa de consultoria especializada em engenharia rodoviária, objetivando apoiar e auxiliar a fiscalização do DNIT nas suas atribuições.

A coordenação de engenharia designa um fiscal para acompanhamento da execução da obra, passo 11, esse fiscal é escolhido dentre os profissionais que compõem as unidades locais mais próximas da localidade da obra. As unidades locais realizam a parte operacional de acompanhamento da supervisora e da executora. Esse aparato de acompanhamento e fiscalização é realizado até o término e conclusão da obra.

Diante da análise descrita nos parágrafos anteriores observou-se quão complexo e burocrático tendem a ser as etapas que o projeto percorre até a sua conclusão, com a passagem por diversos setores e serviços. Não há integração entre as partes envolvidas e isso impacta diretamente os processos desenvolvidos pelo setor de Planejamento e Projetos, responsável, dentre outras funções, pela análise dos projetos.

#### 4.1 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO SETOR.

A equipe que atua no setor é composta de quatro analistas de infraestrutura e transportes e um estagiário. O setor em estudo é responsável pela análise de projetos de sinalização, obras de arte, geométrico, geotécnico e pavimentação, além da elaboração de orçamentos e termos de referência, que compõe o passo 7 da figura 11.

Conforme Art. 153 do Regimento Interno, o Setor de Planejamento e Projetos tem as seguintes competências:

I - Acompanhar e executar a programação estabelecida pela coordenação de engenharia no que se refere ao desenvolvimento e análise de estudos, anteprojetos e projetos de infraestrutura terrestre, quando delegados, bem como recomendar sua aprovação;

II - Acompanhar os trabalhos de campo de estudos, anteprojetos e projetos de infraestrutura terrestre e serviços de engenharia;

III - Realizar a análise dos orçamentos dos projetos de infraestrutura terrestre, quando delegada, apenas no que se refere aos serviços constantes no sistema de gestão de custos referenciais do DNIT;

IV - Realizar vistorias e elaborar laudos técnicos relativos a obras de infraestrutura terrestre;

V - Elaborar termos de referência para contratação de estudos, anteprojetos e projetos de infraestrutura terrestre;

VI - Atualizar orçamentos de projetos já aprovados;

VII - Assessorar o coordenador de engenharia no planejamento e elaboração do orçamento anual;

VIII - acompanhar serviços e contratos afetos à Coordenação-geral de Planejamento e Programação de Investimentos da Diretoria de Planejamento e Pesquisa com objeto no âmbito da Superintendência;

IX - Informar as ocorrências de alteração física na infraestrutura viária à Coordenação-Geral de Planejamento e Programação de Investimentos, para fins de atualização do cadastro do Sistema Nacional de Viação sob competência do DNIT;

X - Apoiar a Coordenação-Geral de Planejamento e Programação de Investimentos no acompanhamento das transferências de patrimônio rodoviário, das federalizações e dos contratos de cessão administrativa e cooperação técnica entre entes públicos relacionados às rodovias da malha federal regional;

XI - Acompanhar, em conjunto com o Serviço de Manutenção, as atividades que compreendem os levantamentos preliminares de identificação das ações para elaboração de anteprojetos e projetos de obras e programas de restauração, de manutenção; e

XII - Realizar outras atividades compatíveis com a sua área de competência ou que lhe sejam determinadas pela chefia imediata.

Atualmente a atividade principal é a análise de projetos de engenharia rodoviária, passo 7, entregues pelas empresas projetistas, contratadas pelo DNIT para a elaboração de projetos conforme as especificações. Os projetos devem ser analisados e criticados tendo em vista a necessidade legal de receber um produto dentro dos padrões e normas solicitados. Este processo

de análise costuma ser demorado, a depender da complexidade do projeto esse processo pode levar de dois a seis meses, devido à insuficiência de pessoal, de ferramentas de informática e de treinamento.

Na etapa de análise dos projetos foi possível identificar algumas limitações. Como:

- Inconsistências e falta de atendimento a instruções técnicas e normativas nos projetos apresentados;
- Acúmulo de papel referente as partes documentais dos projetos; e
- Excesso de formalismo

Algumas destas limitações são decorrentes de problemas na etapa de elaboração dos projetos por parte da contratada. Na etapa de desenvolvimento dos projetos foi possível elencar alguns pontos que dificultam o processo de trabalho, dentre eles:

- Desenvolvimento dos estudos e projetos em softwares e ferramentas de baixo desempenho;
- Não atendimento a instruções técnicas de serviço. Muitas contratadas elaboram os projetos sem a observância de normas técnicas e instruções de serviço, que são retornados para correção, gerando ineficácia no processo;
- Falta de integração e colaboração entre os profissionais do projeto.

Os projetos submetidos à análise do Setor de Planejamento e Projetos, apresentam-se, na maioria das vezes, deficientes do ponto de vista da apresentação gráfica, na abordagem técnica, no levantamento de quantidades e preços, e principalmente no atendimento aos normativos internos.

A análise de documentos referentes ao projeto constitui um gargalo para o setor, devido grande parte destas documentações serem apresentadas em um volume considerável de papel, o que torna o processo vagaroso e dificulta a verificação de interferências e inconsistências. A elaboração de projetos de forma tradicional utilizando representações em modelo 2D é um fator de limitação no processo de compreensão e análise de projetos.

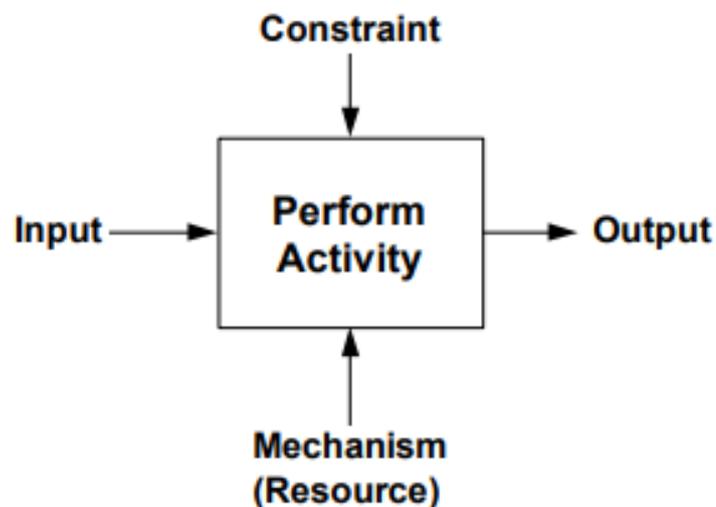
## 4.2 MAPEAMENTO DO PROCESSO ATUAL

No estudo desse trabalho utilizou-se a técnica de modelagem de processos (IDEF0) *Integrated Definition for Function Modeling*, esse método foi desenvolvido em 1993 baseado no ICAM (*Integrated Computer-Aided Manufacturing*) das Forças Aéreas Americanas, voltado para o desenvolvimento de ferramentas e técnicas. Com o IDEF0 é possível, representar sistemas, mecânicos ou o funcionamento de grandes organizações (PRESLEY, 1995). O

método é estruturado em um conjunto de diagramas hierarquicamente organizados conforme descrição abaixo:

- Entradas (inputs): são os objetos, informações ou dados que serão consumidos ou transformados para que se gerem as saídas;
- Saídas (outputs): são os resultados obtidos;
- Controles (control): são informações ou comandos para que o processo derive saídas corretas;
- Mecanismos (mechanisms): são as ferramentas, humanas ou mecânicas, para que o processo seja realizado corretamente.

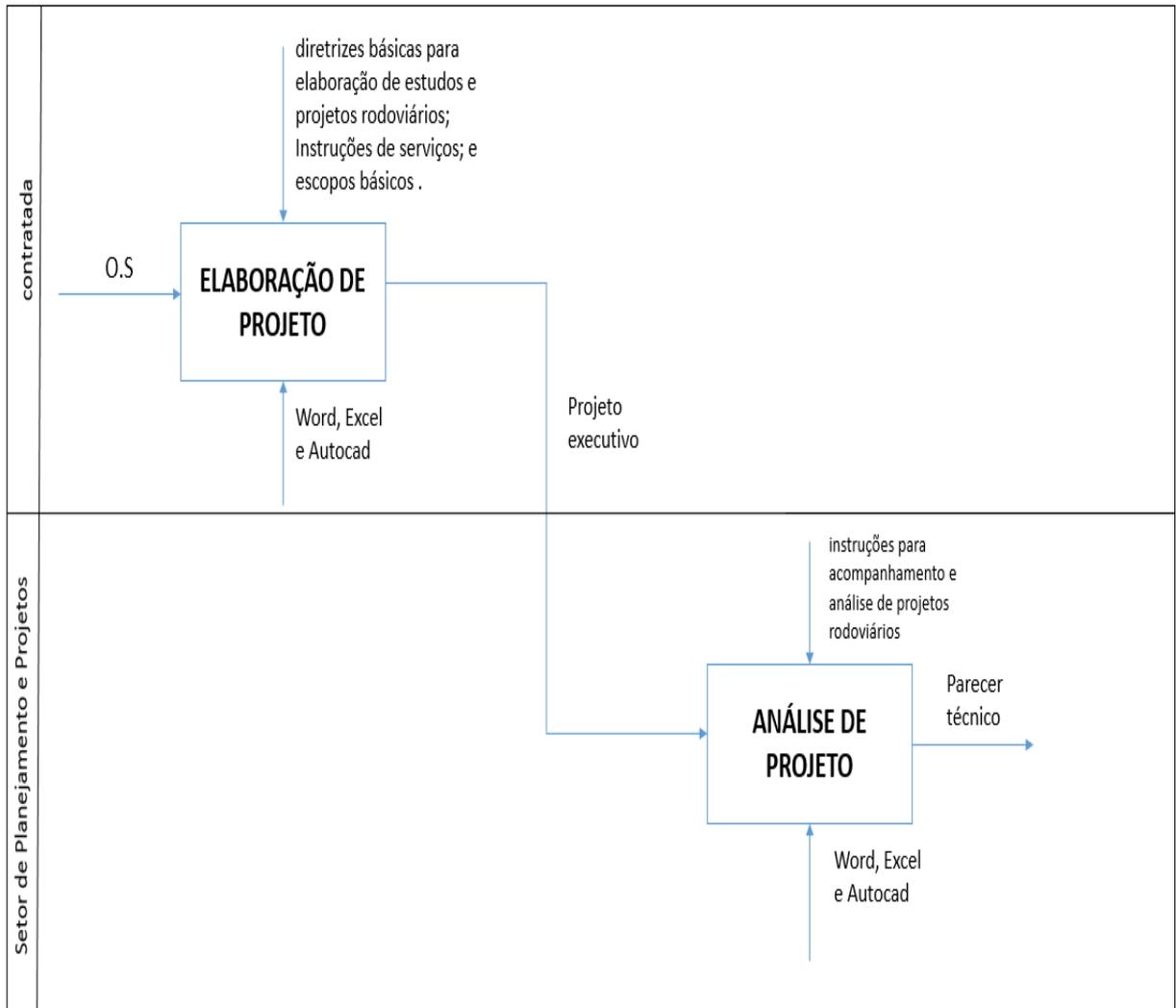
Figura 12. Representação IDEF0



Fonte: (PRESLEY, 1995)

Conforme analisado pelas entrevistas o processo mais dispendioso e que ocasiona maiores retrabalhos é a análise de projetos, este processo está intimamente ligado a elaboração dos projetos pelas contratadas, como contextualizado na figura 13.

Figura 13. Processos atuais de elaboração e análise de projeto



Fonte: Autor (2017)

Conforme figura 13, é possível verificar que o processo de elaboração dos projetos possui como entrada uma ordem de serviço (OS), emitida após a contratação da empresa, passo 5 da figura 11, esta ordem de serviço formaliza a prestação de serviço indica o que deve ser realizado em relação a demanda.

Como regras temos as diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários (IPR 726). As instruções de serviços são documentos que fornecem as orientações gerais para o desenvolvimento de estudos e elaboração de projetos, nestas instruções estão contidos os sequenciamentos de etapas técnicas a serem seguidas até a apresentação de resultados.

Os escopos básicos são documentos que esquematizam as diretrizes básicas para o desenvolvimento de diversos projetos de engenharia, sua função é orientar a formulação de termos de referências, que são anteriores a elaboração do projeto.

Os mecanismos atuais para o processo de elaboração dos projetos são compostos por ferramentas de baixo desempenho como o Autocad e o Excel, de forma que os projetos são desenvolvidos na modelagem 2D.

A saída do processo de elaboração de projetos é composta pelo projeto executivo, sendo este o conjunto de elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, compõe a saída do processo de elaboração de projetos e a entrada do processo de análise do projeto.

Como regras para este processo temos as instruções para acompanhamento e análise de projetos rodoviários (IPR 739), essas instruções objetivam orientar os responsáveis pelo acompanhamento e análise dos projetos e devem ser adaptadas a cada tipo de projeto.

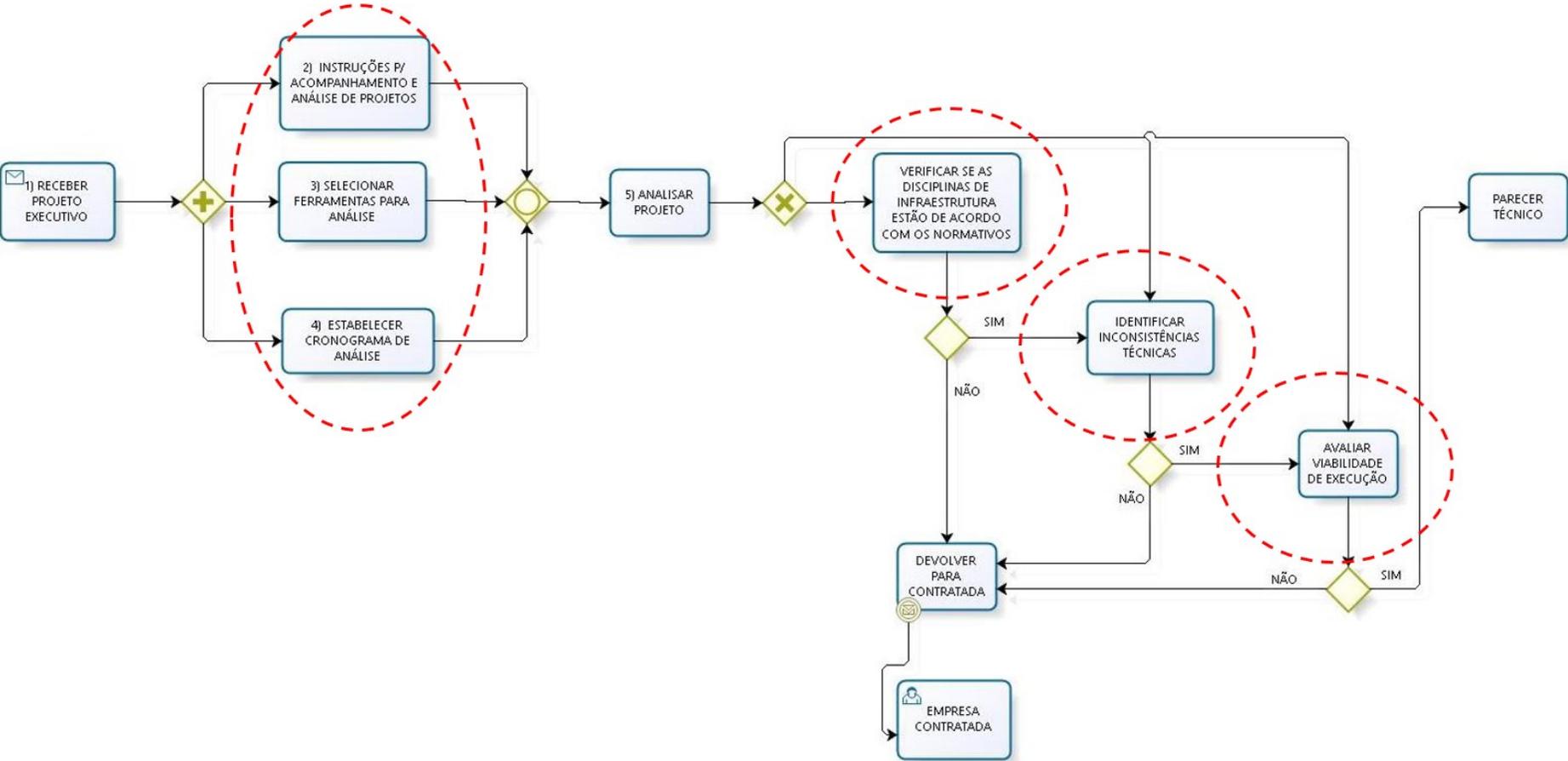
Os mecanismos para o processo de análise dos projetos são bastante manuais, as principais ferramentas utilizadas são do pacote Office (Word, Excel, etc) e da Autodesk (Autocad).

A saída do processo de análise de projetos é composta pela emissão do parecer técnico, este documento é escrito e fundamentado, nele são expostas observações, estudos e conclusões referentes ao projeto.

A figura 14, elaborada no método IDEF3, demonstra o processo atual de análise de projetos de uma forma mais específica. O projeto é recebido pelo setor e um analista é designado para analisá-lo. O analista fica à mercê das informações fornecidas pela empresa contratada para elaboração do projeto, com limitada capacidade de análise crítica das soluções adotadas e conhecimento, em algumas ocasiões, apenas parcial das características da região da obra e das suas particularidades. O analista deve separar as instruções e normas técnicas para a análise do projeto, nesse ponto encontra-se um gargalo na atividade de análise, visto que de acordo com o TCU (2012) não há procedimento de análise de projetos normatizado, na qual estejam definidos os itens prioritários a serem testados em cada projeto, daí resultando que cada projeto é analisado em todos os seus detalhes técnicos. O analista também seleciona as ferramentas que serão utilizadas para a análise, atualmente essas ferramentas são o Word, Excel e o AUTOCAD. Tais ferramentas não permitem a integração entre os projetistas e a equipe de análise de projetos. Nesta etapa é estabelecido de forma parcial um cronograma para a análise de cada projeto, entretanto este cronograma não é específico e sua realização não é normatizada, visto que o próprio contrato não estabelece, no seu cronograma, o prazo da análise pelos analistas do DNIT, o que torna o controle do prazo de produção dos projetos ineficaz e demorado.



Figura 14. Processo atual de análise de projetos no IDEF3



Fonte:Autor (2017)

Ao analisar o projeto o analista deve avaliar três variáveis principais, sendo elas:

- Verificar se as disciplinas de infraestrutura estão de acordo com os normativos legais, nesta fase muitos projetos apresentam falhas significativas, o que demonstra falta de conhecimento por parte dos projetistas;
- Identificar inconsistências técnicas; e
- Avaliar viabilidade de execução quanto a prazos e custos. Os controles da qual dispõem os analistas são insuficientes na atividade de análise de projetos e expõem a fragilidade do órgão. A precariedade dos controles acarreta na falta de acompanhamento de prazos e de providências a serem cumpridas pelas empresas projetistas, ocasionando retrabalhos a cada etapa de verificação de projeto.

Caso haja problemas em qualquer uma destas etapas o projeto deve retornar a contratada para correções e ajustes, conforme relatado acima a probabilidade de ocorrência de insistências e falhas nestas etapas é alta devido as deficiências que apresenta o processo, tornando-o um ciclo moroso. Os longos processos de análises tem impacto direto na eficiência do processo e até mesmo na vida pessoal dos servidores como relatado em uma das entrevistas realizadas, segue abaixo trecho da entrevista:

*“... tarefas simples são executadas de forma bastante manual, com margens a erros humanos que podem impactar no erário e na vida profissional do próprio servidor”.*

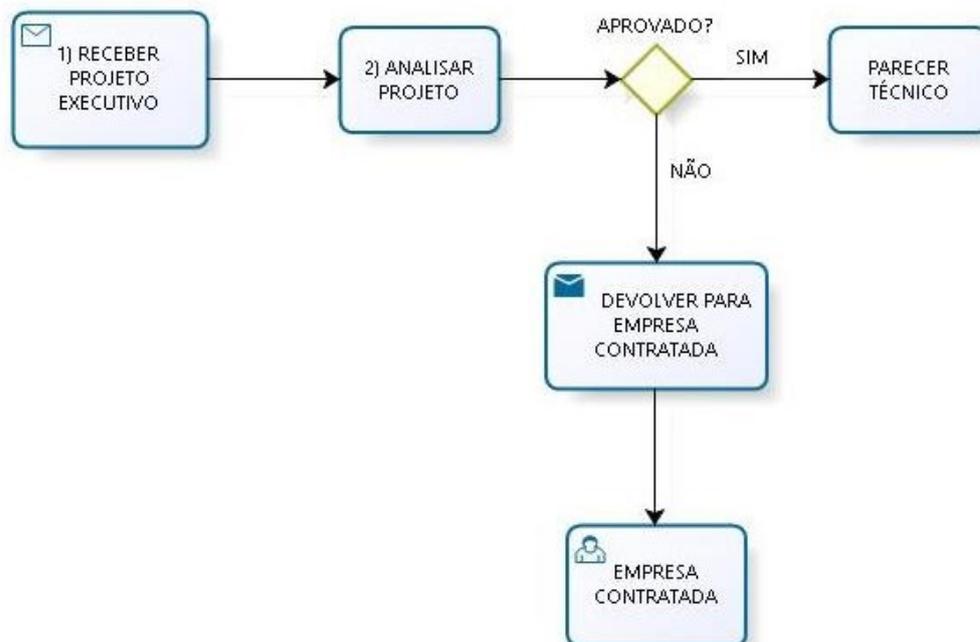
## 5 SOLUÇÃO PROPOSTA

A implantação do BIM dentro do setor de planejamento e projeto, desde que seja obrigatório também na contratada, torna o processo mais enxuto. Conforme se observa na figura 15, atividades que atualmente são realizadas de forma separada ou manualmente (as áreas pontilhadas da figura 14) passarão a ser executadas dentro da plataforma BIM de forma integrada. Assim, o ciclo de análise será reduzido expressivamente e a devolução para que a contratada faça correções e ajustes será muito mais ágil. As etapas de verificação dos normativos legais, identificação de inconsistências técnicas e avaliação da viabilidade econômica passaram a ser realizados diretamente na plataforma BIM, aumentando o controle na atividade de análise e diminuindo os riscos de que falhas não sejam detectadas antes da aprovação de projeto.

### 5.1 NOVO PROCESSO

Propõe-se que todas as etapas anteriores ao processo de análise de projetos sejam desenvolvidas utilizando a metodologia BIM, a saída do processo, composta pelo projeto executivo, tende a ter seu tempo reduzido, o que impacta diretamente no bom andamento do projeto.

Figura 15. Processo atual com a inserção do BIM



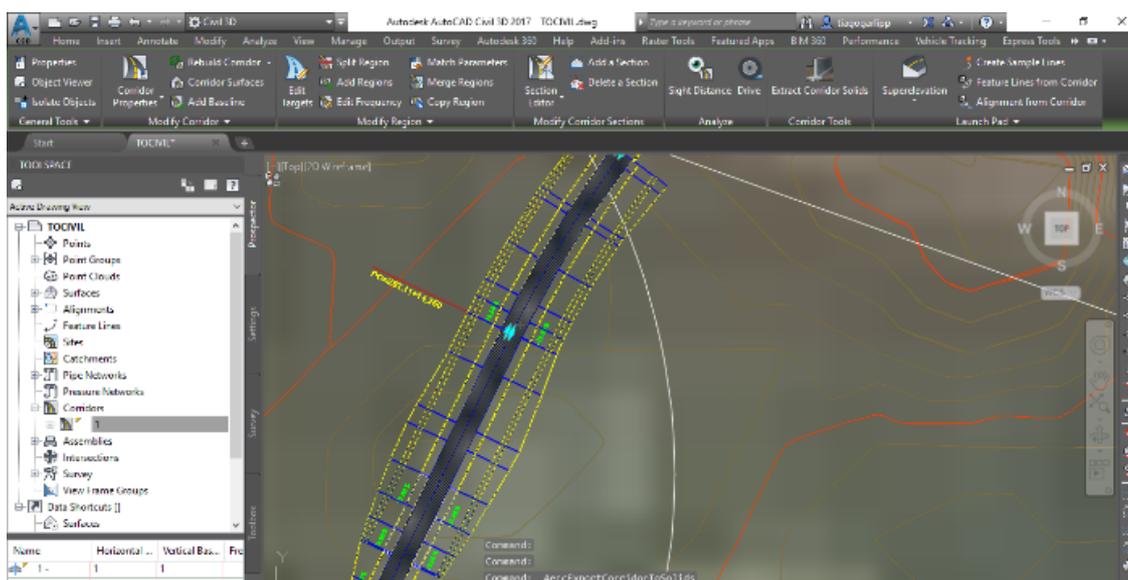
O projeto executivo, proveniente do processo de elaboração, será elaborado no formato 3D conforme descrito anteriormente. De acordo com Guzzo(2016) o acompanhamento e fiscalização das atividades do projeto deverão ser realizadas concomitantemente ao desenvolvimento do mesmo, através de software específico para realização de comentários, isso irá reduzir o retrabalho e longas análises do projeto. As instruções para acompanhamento e análise de projetos rodoviários devem ser atualizadas de modo a adaptação para a modelagem BIM.

A implantação do modelo irá propiciar que alterações nas etapas sejam automáticas e modifiquem conjuntamente a parte documental, o que reduz consideravelmente o acúmulo de documentos para a etapa de análise, o qual foi detectado nas entrevistas como retrocesso para o trabalho dos analistas.

Os mecanismos para o processo de elaboração dos projetos deverão conter ferramentas e softwares compatíveis com a modelagem 3D como o Infracore e o CIVIL 3D. O desenvolvimento do modelo 3D deverá ser de forma simultânea por cada disciplina componente do projeto. Essa confecção tridimensional irá facilitar tanto o processo de elaboração quanto de análise e fiscalização do projeto.

As ferramentas utilizadas no processo de análise dos projetos devem ser compostas por softwares BIM 4D e 5D. As modelagens proporcionam a obtenção de informações consideradas fundamentais a etapa de análise, o que torna o processo eficiente. Os benefícios do BIM 4D são: a elaboração de um cronograma da obra, permitindo a visualização do sequenciamento e simulação da progressão da obra, nessa etapa é possível a visualização de falhas e omissões no projeto. O modelo 5D oferece informações do custo ao longo do prazo estipulado para a execução, tornando o controle financeiro amplo e dinâmico, a plataforma permite a elaboração de simulações do previsto versus realizado, o que possibilita a obtenção de informações sobre adiantamentos e atrasos na obra. A análise de todas as plantas e projetos para extrair quantitativos é possível com tecnologias para BIM como o Navisworks® e o Vico Software que proporcionam o levantamento de quantitativos para a geração de orçamentos e a atribuição do valor total a cada componente do modelo de forma prática. O Navisworks permite o gerenciamento de interferências e análises de forma completa e integrada, o que confere maior precisão na verificação dos custos.

Figura 16. Navisworks



Fonte: Autodesk (2017)

Com a implantação do BIM a análise dos dados para posterior emissão do parecer técnico tende a tornar-se mais ágil e transparente.

## 5.2 DESAFIOS PARA INSERÇÃO DO BIM

A implantação de uma nova metodologia é sempre um processo complexo, em um órgão grande e que trabalha com diversas áreas como o DNIT isso tende a tornar-se ainda mais trabalhoso.

O setor possui uma dificuldade, muito inerente a diversos profissionais da engenharia, que é a falta de familiarização com a metodologia BIM. De acordo com as entrevistas efetuadas, os profissionais conhecem apenas a definição, mas nunca trabalharam com o método, essa falta de conhecimento pode de início acarretar uma aversão a mudança, custos e tempo para treinamento. É uma mudança que exige tempo e dedicação. A utilização de softwares tradicionais ainda é uma grande barreira para a implementação. É necessária uma mudança na rotina atual, no processo colaborativo e no pensamento dos profissionais envolvidos no empreendimento.

A aversão a mudanças é um ponto chave a ser trabalhado na adoção do BIM. De acordo com Blount e Carroll (2017) é necessário identificar a origem da resistência e os indivíduos por trás da mesma e avaliar suas perspectivas. É importante conversar com os profissionais resistentes e escutá-los e caso necessário fazer alterações na proposta de mudança. A integração

entre os profissionais é fundamental. É necessário o envolvimento de todos, de modo a vencer a resistência, não de forma brusca, mas de forma participativa.

A estrutura existente atualmente não convida o analista a se preocupar somente com a melhor solução, ele tem seu tempo tomado também por serviços simples que podem colocar em risco a qualidade do produto final por erros humanos na operação de planilhas ou outras ferramentas precariamente elaboradas pelos próprios servidores.

A legislação atual ainda é uma barreira para a adoção do BIM no setor público, em vista da legalidade exigida em todos os processos desenvolvidos. Existem ambiguidades em normas, instruções e portarias, o que torna o trabalho dos analistas complexo. Conforme relatado nas entrevistas existe uma burocracia necessária no desenho feito pela Constituição Federal e segundo as leis que regem a Administração Pública, o caráter formal dos procedimentos é exigido. Por outro lado, parece existir a falta de preocupação da gestão em nível estratégico com a sistematização por meio de softwares de tarefas repetitivas tornando necessárias novas contratações, sendo este mais um gargalo.

A falta de investimento e incentivo para a adoção do BIM é uma enorme dificuldade, ainda que alguns servidores apresentem interesse pela implantação, faz-se necessário que tal decisão venha de cúpula superior. Para a adoção do BIM no âmbito de um setor de uma superintendencia regional é necessário que haja engajamento tanto do superintendente como dos demais setores, para a adoção se dê com sucesso e possa posteriormente ser ampliada.

### 5.3 RECOMENDAÇÕES PARA A IMPLANTAÇÃO DO BIM

Eastman (2014) destaca que a implantação do BIM ocasiona mudanças relevantes nos relacionamentos dos integrantes do empreendimento e em seus termos contratuais. A integração entre os colaboradores é crucial, pois as mudanças envolvem mais do que simples troca de softwares e treinamento de pessoal. De acordo com o TCU as obras rodoviárias sob a jurisdição do DNIT possuem entre suas principais etapas a contratação de empresa projetista, a elaboração e aprovação do projeto de engenharia, a contratação de construtora e de supervisora, e o acompanhamento da execução da obra até sua conclusão. Tais etapas envolvem a atuação de diversos setores da autarquia, contudo inexistente setor ou servidor especificamente encarregado do acompanhamento integral do empreendimento como um todo. Desta forma o processo atual é tido como multisetorial e fracionado, quando, porém, está voltado a execução de uma atividade integral, manter o caráter contínuo das rodovias e integrado, em vista de cada rodovia ser parte de um sistema de transporte. Recomenda-se que o órgão adote a gestão integrada dos projetos, o que permitirá a antecipação e solução de problemas antes que se tornem graves e

afetem o bom andamento do projeto, para isso faz-se necessário a coordenação centralizada de todas as áreas e etapas envolvidas.

Em Singapura, a prática adotada pelo governo de criação de um instituto, o IPD, que tem como função exclusiva atuar como uma força tarefa responsável pela integração entre projetistas e construtores, cujo objetivo é evitar possíveis incompatibilidades antes do início do processo de execução das obras, já com a adoção do BIM (SENG, 2012). Esta é uma prática recomendada que requer a alteração na legislação para que a implantação ocorra de forma completa e coesa.

Portanto, faz-se necessário alterações na principal lei que rege os processos licitatórios no âmbito do setor público, a lei 8666/93. O projeto de lei n.º 6.619, de 2016 tramita na câmara dos deputados, este projeto modifica a lei de licitações quanto a utilização do BIM. O Art. 1º O § 1º do art. 7º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, passa a vigorar com a seguinte redação:

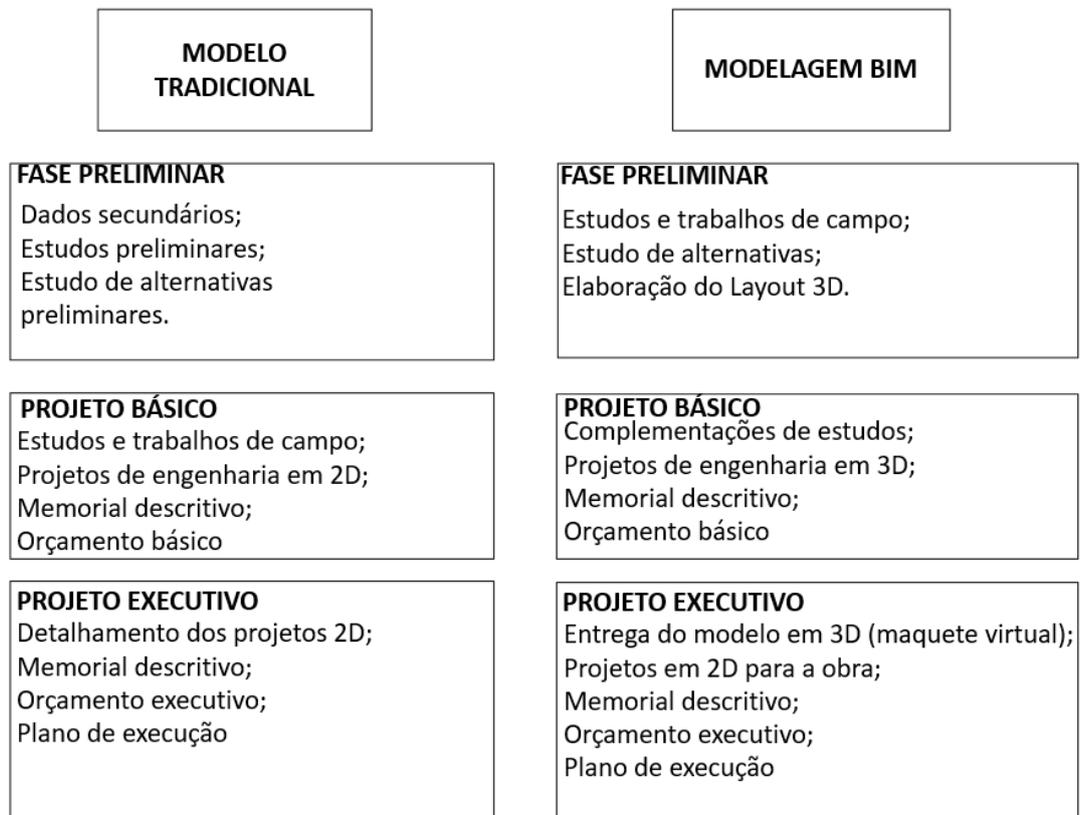
“Art. 7º § 1º A execução de cada etapa será obrigatoriamente precedida da conclusão e aprovação, pela autoridade competente, dos trabalhos relativos às etapas anteriores, à exceção do projeto executivo, que poderá ser desenvolvido concomitantemente com a execução das obras e serviços, desde que também autorizado pela Administração, observando-se, em sua confecção, os parâmetros vigentes do sistema de modelagem da informação da construção, identificado pela sigla inglesa BIM – Building Information Model.”

Esta alteração na legislação é de suma importância para que as empresas contratadas elaborem os projetos e os entreguem em formato compatível com a modelagem 3D. No DNIT a implantação de uma plataforma BIM podem endereçar algumas das falhas recorrentes apontadas pelos entrevistados, como:

- Representação gráfica deficiente;
- Levantamento de quantitativos falhos; e,
- Longos processos de análises documentais.

A figura 17 mostra as diferenças em todas as fases de projeto entre um modelo tradicional e a modelagem BIM apresentados no estudo de Guzzo (2016) que se encaixam nas práticas atuais do DNIT.

Figura 17. Modelo tradicional X modelagem BIM



Fonte: Adaptado de Guzzo (2016)

Conforme a literatura dos casos de implantação do BIM em outros países, verificou-se a relevância que a BCA exerceu em Singapura. Tal órgão é responsável pela modificação legal de normas referentes a aprovação de obras e projetos. Teo et al. (2015), ressalta a importância de as regras e padronizações serem claras e coesas, de forma que se evitem possíveis equívocos por parte das contratadas. A BCA preocupou-se em aplicar um modelo eficaz para a adoção da tecnologia baseado nos pilares de transparência e confiabilidade. Foram disponibilizados manuais e treinamentos de forma gratuita para os profissionais do setor da construção civil e da iniciativa pública ligados ao processo de adoção do BIM.

Em relação as regras para o processo de elaboração de projetos é necessário que o DNIT desenvolva manuais e instruções técnicas para a elaboração dos projetos compatíveis com a modelagem, porém sem prejudicar condições técnicas já existentes. A alteração do manual com as diretrizes para elaboração de projetos é fundamental, a mesma deve compreender mudanças na fase preliminar, no projeto básico e no executivo, de modo que a modelagem dos projetos deva ser entregue em formato 3D. Segundo TEO et al. (2015) a implantação de um comitê de diretrizes, conforme implantado em Singapura, responsável por desenvolver normas e

administrar recursos referentes a adoção de novas tecnologias, é substancial para o bom andamento do processo.

Entende-se pertinente recomendar ao órgão que normatize os procedimentos de penalização de forma a contemplar uma maior gama de possibilidades de punição por descumprimento das obrigações contratuais das empresas projetistas. Espera-se com isso que os projetos tenham uma melhor qualidade, sejam concluídos dentro dos prazos estabelecidos, e que a quantidade de revisões seja reduzida substancialmente.

Recomenda-se o desenvolvimento de procedimento para retroalimentar o setor de análise de projetos com informações das revisões de projeto em fase de obras, de forma a permitir a inclusão de novas soluções nos projetos futuros da autarquia. Não há priorização na escolha dos projetos a analisar, o TCU (2012) aponta que faltam procedimentos definidos para análise, focados nas questões técnica e financeiramente mais relevantes.

Investimento em educação e treinamento acadêmico é fundamental, conforme se observa na adoção do BIM em Portugal, na qual há iniciativas como o BIMCLUB, com objetivo de divulgar e promover a discussão sobre a ferramenta e ampliar o conhecimento no meio acadêmico. No Brasil é de extrema importância que o BIM esteja presente no meio acadêmico para que os futuros profissionais detenham conhecimento da importância do uso dessa metodologia nas obras brasileiras.

## 6 CONCLUSÃO

A partir do estudo dos processos atuais do setor de planejamento e projetos identificou-se a análise de projetos como o processo de maior importância, pois o mesmo tem impacto direto na aprovação do projeto e posterior realização da obra. Uma análise falha pode acarretar retrabalhos e prejuízos significativos de curto ou longo prazo, tanto para o orçamento público quanto para a sociedade em geral, usuária dos serviços de transporte rodoviário .

Como proposto nos objetivos específicos, o processo de análise de projetos atual foi mapeado, sendo possível identificar os pontos falhos do processo, entre eles a falta de integração entre os setores do órgão e entre a equipe de análise e os projetistas, a falta de conhecimento referente a metodologia BIM por parte dos analistas, falta de investimento e incentivo por parte da cúpula do órgão para a adoção da modelagem,

Foram explorados casos de implantação do BIM em órgãos públicos em outros países. Dentre os casos analisados o mais significativo e que oferece uma maior gama de conhecimento sobre a adoção correta e eficaz da metodologia está em Singapura. O país adotou o BIM em suas obras de forma gradativa e o incentivo inicial e principal deu-se por parte do governo, assim como a adoção no Reino Unido. Portanto, recomenda-se a criação de órgãos específicos para viabilizar a implementação no Brasil, como também se mostrou crucial nos países estudados. Assim como a criação de manuais e normas técnicas voltadas para o BIM e a alteração de legislação fazem parte do esforço adotado. Os casos estudados oferecem um aparato de conhecimento e boas práticas que devem ser observadas por parte do órgão para a implantação no setor.

Foram verificadas as competências e ferramentas vigentes dentro do setor no DNIT. Observou-se que as mesmas são antigas, não permitem a integração e o processo colaborativo no processo de análise, ou seja, não tem acompanhado a evolução da tecnologia. O formalismo e a burocracia dentro do órgão tornam o processo fragmentado e longo. Não há a designação de um servidor ou setor para que acompanhe o processo como um todo. Todas as inconsistências verificadas e relatadas nas entrevistas demonstram a complexidade do processo de análise, tido como demorado e falho.

A adoção da metodologia BIM requer mudanças significativas tanto no processo colaborativo quanto na legislação que rege a administração pública federal. Contudo os benefícios advindos com tal adoção são expressivos, conforme se observa na figura 15, as correções passaram a ser automáticas, diminuindo o fluxo documental e o tempo que leva atualmente este processo. O modelo 4D irá possibilitar a visualização do sequenciamento da

obra, sendo possível visualizar falhas e omissões no projeto. O modelo 5D oferece informações do custo ao longo do prazo estipulado para a execução, oferecendo um maior controle financeiro aos analistas e permitindo a captação de informações referentes ao custo durante a execução da obra, o que permite estabelecer um controle mais rigoroso.

Embora apresente limitações, plataforma BIM possibilita a minimização das principais irregularidades e confere transparência ao processo de análise e, por conseguinte ao processo como um todo.

## REFERÊNCIAS

AUTODESK. **Autocad civil 3d**. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/products/autocad-civil-3d/features/all>>. Acesso em: 22 jan. 2017.

AUTODESK. BIM 360 Glue. Disponível em: <<https://www.autodesk.com/products/bim-360-glue/overview>>. Acesso em: 11 mai. 2017.

BIMCLUB. **O que é o BIMCLUB?** Disponível em: <<http://www.bimclub.pt/>>. Acesso em: 02 jan. 2017.

BLOUNT, Sally; CARROLL, Shana. **Supere a resistência de mudança com duas conversas**. 08/2017. Artigo original da Harvard Business Review Brasil. Disponível em: <<http://hbrbr.uol.com.br/supere-resistencia-de-mudanca-com-duas-conversas/>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

BRANDÃO, Rogério de Almeida. **Avaliar a utilização do BIM para o estudo de obras de infraestrutura**. 89f. il. 2014. Monografia – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

DE MATOS, Cleiton Rocha; DA UNIÃO, Tribunal de Contas; DE OLIVEIRA MIRANDA, Antonio Carlos. **USO DO BIM NO COMBATE ÀS IRREGULARIDADES EM OBRAS PÚBLICAS**. 2015

DE PINHO, Alexandre Ferreira et al. **Combinação entre as técnicas de fluxograma e mapa de processo no mapeamento de um processo produtivo**. 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Apresentação**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/>>. Acesso em: 03 dez. 2016.

EASTMAN, Charles M. et al. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. John Wiley & Sons, 2011.

Farzad Khosrowshahi, Yusuf Arayici, (2012) "**Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry**", **Engineering, Construction and Architectural Management**, Vol. 19 Iss: 6, pp.610 – 635

FEDERAÇÃO PORTUGUESA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E OBRAS PÚBLICAS. **Construção inverte tendência após 13 anos de quebras**. Disponível em: <<http://www.fepicop.pt/>>. Acesso em: 09 jan. 2017.

GALHARDO, Alexandre. **O que é o plano Brasil Maior?**, 2011. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/pme/o-que-e-o-plano-brasil-maior/>>. Acesso em: 03 dez. 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, v. 5, p. 61, 2002.

GRANADEIRO, Marcus. **BIM nas rodovias: redução de custos**, 2016. Disponível em: <<http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/noticias-da-engenharia/16395-bim-nas-rodovias-reducao-de-custos/>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

INSTITUTO DE OBRAS PÚBLICAS. **“BIM- AS LIÇÕES DE SINGAPURA”**, 2015. Disponível em: <<https://iop.org.br/2015/10/21/bim-as-licoes-de-singapura/>>. Acesso em: 09 jan. 2017.

INSTITUTO DE OBRAS PÚBLICAS. **BIM- A EXPERIÊNCIA DO DNIT**, 2015. Disponível em: <<https://iop.org.br/2015/06/01/bim-a-experiencia-do-dnit/>>. Acesso em: 09 dez. 2016.

KASSEM, Mohamad; LEUSIN DE AMORIM, S. R. **BIM Building Information Modeling No Brasil e na União Europeia**. 2015.

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

MATOS, Cleiton Rocha de. **O uso do BIM na fiscalização de obras públicas**. 2016.

PEREIRA, Priscila Pacheco Kanashiro. Implementação do bim no setor de planejamento e controle de uma construtora. 2014. 50 fl. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Obras) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014. PORTAL BRASIL. **Brasil investiu R\$ 26,6 bi em infraestrutura de transportes em 2015**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/>>. Acesso em: 02 fev. 2017.

PRATES, Vinicius. **BIM avança no Brasil**, 2010. Disponível em:<<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao>>. Acesso em: 15 de jan. 2017.

PRESLEY, Adrien; LILES, Donald H. **The Use of IDEF0 for the Design and Specification of Methodologies**. In: **Proceedings of the 4th Industrial Engineering Research Conference**. 1995.

RODRIGUES, William Costa et al. **Metodologia científica**. Faetec/IST. Paracambi, 2007

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Planejamento. Comitê de Obras Públicas. **Caderno de Apresentação de projetos em BIM**. Florianópolis, SC, 2014. Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/index.php/visualizar-biblioteca/acoes/comitede-obras-publicas/389-caderno-de-apresentacao-deprojetos-bim/file>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

SENG, L. Chuan. **Singapore BIM guide**. 2012.

TABORDA, Paulo; CACHADINHA, Nuno. **BIM nas obras públicas em Portugal: Condicionantes para uma implementação com sucesso**. In: Congresso Construção 2012. ITeCons, 2012. p. 1-14.

TEO, E. A. L.; OFORI, G.; TJANDRA, I. K.; KIM, H. **The potential of Building Information Modelling (BIM) for improving productivity in Singapore construction**. In: Raidén, A B and Aboagye-Nimo, E (Eds) Procs 31st Annual ARCOM Conference, 7-9 September 2015, Lincoln, UK, Association of Researchers in Construction Management, 661-670.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **FISCOBRAS**, 2016. Disponível em: <<http://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/fiscobras-2016.htm>>. Acesso em: 05 de jan. 2017.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Obras públicas: recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras públicas** /Tribunal de Contas da União. – 3. ed. Brasília: TCU, SecobEdif, 2013. 94p.; il. Color

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Secretaria de Fiscalização e Avaliação de Programas de Governo Secretaria de Fiscalização de Obras 2 1ª Secretaria de Controle Externo. **Relatório de Auditoria Operacional na Gestão das Obras do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (Dnit)** / Tribunal de Contas da União, 2012. 84p.

VENÂNCIO, Maria João Lima. **Avaliação da Implementação de Bim Building Information Modeling em Portugal**. 2015.

VENTURA, Magda Maria. **O estudo de caso como modalidade de pesquisa**. Revista SoCERJ, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.

VILLELA, Cristiane da Silva Santos et al. **Mapeamento de processos como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional**. 2000.

WONG, A. K. D., FRANCIS KW Wong, and A. Nadeem. **"Comparative roles of major stakeholders for the implementation of BIM in various countries."** Proceedings of the

International Conference on Changing Roles: New Roles, New Challenges, Noordwijk Aan Zee, The Netherlands. 2009.

WONG, Johnny et al. **A review of cloud-based BIM technology in the construction sector**. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), v. 19, n. 16, p. 281-291, 2014.

## APÊNDICE A

### ROTEIRO PARA A ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

1. Atividade ocupacional (cargo)?
2. Tempo de atuação no DNIT?
3. Como é a rotina no setor de projetos? Que atividades você realiza?
4. Como você avalia o desempenho das atividades exercidas pelo setor de projetos? Em sua opinião algumas dessas atividades poderiam ser desempenhadas com menor dispêndio e duração? Se sim quais?
5. Quais são as ferramentas utilizadas atualmente pelo setor no desempenho de suas atividades?
6. Quais os principais gargalos e dificuldades que limitam o desempenho ou capacidade das atividades desempenhadas pelo setor?
7. Em sua opinião que ferramentas e metodologias poderiam ser implantadas para facilitar as atividades e incumbências desenvolvidas pelo setor?
8. Você poderia me contar um pouco sobre os processos que sua área executa?
9. Como você avalia o processo atual do setor?
10. O que você conhece sobre o BIM (Building Information Modeling)?
11. Qual a sua opinião sobre a eficiência e a sustentabilidade dos projetos apresentados ao setor?
12. Quais os mecanismos (estratégia, liderança) de controle implantados no setor com intuito de maximizar a previsibilidade de resultados dos projetos?
13. Em sua opinião que fatores poderiam aprimorar a gestão e controle do que é executado pelo setor?