

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK

CURSO DE APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM
PROPULSÃO NAVAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DESCREVER OS DESAFIOS DA MANUTENÇÃO DENTRO DO CONTEXTO DO
APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO NA MARINHA DO BRASIL

CT(QC-CA) MARCUS VINÍCIUS COELHO SANCAS

CIAW
Rio de Janeiro
2020

CT(QC-CA) MARCUS VINÍCIUS COELHO SANCAS

DESCREVER OS DESAFIOS DA MANUTENÇÃO DENTRO DO CONTEXTO DO
APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO NA MARINHA DO BRASIL

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Wandenkolk como requisito parcial à conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Propulsão Naval.

Orientadores:

CC(RM-1) Carlos Alfredo Órfão Martins

MSc Eliab Ricarte

CT Sá dos Reis

CIAW
Rio de Janeiro
2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

CT(QC-CA) MARCUS VINÍCIUS COELHO SANCAS

DESCREVER OS DESAFIOS DA MANUTENÇÃO DENTRO DO CONTEXTO DO
APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO NA MARINHA DO BRASIL

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Wandenkolk como requisito parcial
à conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Propulsão Naval.

Aprovada em 26/03/2020.

Banca Examinadora:

Carlos A. O. Martins, CC(RM-1) – CIAW

Eliab Ricarte, MSc – UFRJ

Sá dos Reis, CT – DEN – MB

CIAW
Rio de Janeiro
2020

Dedico esse trabalho à todos os professores que me ajudaram na evolução do meu aprendizado, ao Centro de Instrução Almirante Wandenkolk pela disponibilização de suas dependências para a ministração das aulas, aos meus colegas que estiveram comigo durante todo este curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pelas bênçãos que tem proporcionado à minha vida e a minha família, pelas oportunidades que tem oferecido para nós, que tanto nas alegrias quanto nas dificuldades tem nos amparado.

Agradeço à minha família pela ajuda que tem me dado nos momentos difíceis e com paciência me oferecido suporte necessário para que conseguisse resolver as situações complicadas que apareciam no decorrer do desenvolvimento do curso.

Agradeço ao professor Eliab pelas orientações que me foram passadas para que o trabalho tivesse a correta direção, que sem elas não conseguiria transcorrer aos assuntos aqui abordados.

Também agradeço à professora Denise que com muita paciência e amor ao seu trabalho ajudou a mim e a turma a adquirir um amadurecimento necessário para que o desenvolvimento deste trabalho pudesse ocorrer e com o correto uso das ferramentas da Metodologia da Ciência.

Ao coordenador do curso Comandante Carlos Martins pela paciência que teve para conosco durante o curso e a importância dada para o desenvolvimento dos assuntos técnicos atinentes à Marinha do Brasil para que pudesse fomentar as idéias atuais no cenário da organização que serão utilizadas à bordo.

Ao Capitão-Tenente Sá dos Reis pelas orientações e indicações de bibliografia que me foram ofertadas e me ajudaram a entender os assuntos referentes à manutenção dentro do contexto da MB e através deles pude compreender as dificuldades que a manutenção encontra-se e com isso transcorrer as ideias relativas ao trabalho.

DESCREVER OS DESAFIOS DA MANUTENÇÃO DENTRO DO CONTEXTO DO APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO NA MARINHA DO BRASIL

Resumo

Este trabalho realiza a descrição dos desafios que o setor de manutenção da Marinha do Brasil encontra dentro do contexto do Apoio Logístico Integrado e para isso foi necessário o entendimento de uma série de conceitos e idéias que rodeiam este universo, e um destes foi o conhecimento do setor de manutenção, onde foram conhecidos suas instalações, pessoal e ferramentas utilizadas. Além disso foram realizadas visitas técnicas ao orientador acadêmico em que foram levantadas várias questões que envolviam o assunto e foi apresentada uma ferramenta poderosa utilizada por grandes empresas denominada BIM (Building Information Modeling) que integra uma série de funcionalidades como o CAD 3D, cronograma de atividades (dimensão tempo), gerenciamento de projetos e várias outras ferramentas chamadas de dimensões desta plataforma, que realiza a integração de todas essas informações em um único lugar e dessa forma diminui as dificuldades encontradas pelo setor de manutenção, reduzindo ou eliminando gastos desnecessários. Também foram levantadas uma série de informações que envolviam o assunto em questão, com conceitos que abrangiam a área de Engenharia de Manutenção, abordando conceitos de índices de desempenho, as manutenções mais comuns realizadas e a normatização de procedimentos e especificações. Além disso, foram observadas normas da MB em questão, as quais destacam-se EMA 400 (Manual de Logística da Marinha), EMA 420 (Normas para a Logística de Material) e DGMM 0130 (Manual do Apoio Logístico Integrado), tudo isso para se ter um melhor entendimento possível sobre o tema abordado.

Palavras- chave: BIM, Apoio Logístico Integrado, Manutenção

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Exemplo de uma EAP.....	21
Figura 02 – Modelo de projeto do MS Project.....	22
Figura 03 – Gráfico processo tradicional de projeto.....	27
Figura 04 – Gráfico do ciclo de vida de um projeto BIM x Tradicional.....	29
Figura 05 – Sistema OPUS com interface de dados de solicitação de ND.....	31
Figura 06 – Inserção de orçamentos de reparos.....	32
Figura 07 – Infraestrutura de dados espaciais.....	32
Figura 08 – Elementos parametrizados de uma pia.....	36
Figura 09 – Clash Detection.....	38
Figura 10 – Clash Detection Parede/janela.....	39
Figura 11 – Planta de um navio.....	41
Figura 12 – Modelo Virtual 3D criado através de um modelo 2D.....	42
Figura 13 – Fases de Construção renderizadas e em sequencia.....	43
Figura 14 – Modelo de Construção Virtual associado a planilha de custos.....	44
Figura 15 – Representação de edificações em LOD 100.....	46
Figura 16 – Representação de edificações em LOD 200.....	47

Figura 17 – Representação de edificações em LOD 300.....	48
Figura 18 – Representação de sistemas internos das edificações em LOD 400.....	49
Figura 19 – Informações “In Loco” nível em LOD 500.....	50

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAL	Análise do Apoio Logístico
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
ALI	Apoio Logístico Integrado
AIA	<i>American Institute of Architects</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
DGMM	Diretoria Geral de Material da Marinha
DOM	Diretoria de Obras Militares
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
EMA	Estado Maior da Armada
EB	Exército Brasileiro
FM	<i>Facilities Management</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
LOD	<i>Level of Development</i>
MB	Marinha do Brasil
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
OPUS	Sistema Unificado de Processos de Obras

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Apresentação do Problema	12
1.2 Justificativa e Relevância	12
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo Geral	12
1.3.2 Objetivos Específicos	12
1.4 Etapas do Trabalho	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Gestão da Manutenção	15
2.1.1 Engenharia de Manutenção	16
2.1.2 Manutenibilidade	16
2.1.3 Disponibilidade	16
2.1.4 Confiabilidade	17
2.1.4.1 Modo e Efeito de Falha (FMEA)	17
2.1.4.2 Análise da Causa-Raiz de Falha	17
2.1.4.3 Análise de Falhas Ocorridas	17
2.2 Apoio Logístico Integrado	18
2.2.1 Atributos do ALI	18
2.2.2 Fatores e Metas do ALI	18
2.2.3 Elementos do ALI	19
2.2.4 Análise do Apoio Logístico	20
2.3 Ferramentas Básicas de Projeto	21
2.3.1 Estrutura Analítica de Projeto	21
2.3.2 Cronograma	22
2.3.3 Análise de Riscos	23
2.3.4 Reuniões	24
3 MÉTODO TRADICIONAL DE MANUTENÇÃO DO APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO	26

4 CRÍTICA AO MODELO TRADICIONAL.....	29
4.1 O Sistema OPUS da EB.....	30
5 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	34
5.1 Parametrização dos Componentes.....	36
5.2 Clash Detection	38
5.3 Interoperabilidade entre os Envolvidos	39
5.4 COBie (<i>Construction Operations Building Informat Exchange</i>)	40
5.5 Dimensões do BIM	40
5.5.1 BIM 2D	40
5.5.2 BIM 3D	42
5.5.3 BIM 4D	43
5.5.4 BIM 5D	44
5.5.5 BIM 6D e 7D	45
5.6 Níveis de Desenvolvimento (LODs)	45
5.6.1 LOD 100	46
5.6.2 LOD 200	47
5.6.3 LOD 300	48
5.6.4 LOD 400	49
5.6.5 LOD 500	50
6 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52

1. INTRODUÇÃO

É do conhecimento de que as condições financeiras que o Brasil se encontra, na maioria das vezes não é favorável a um cenário positivo de investimentos e muitas das vezes os cortes são realizados, sistematicamente, com o intuito de enxugar as despesas ditas “desnecessárias” e costumeiramente esses cortes acontecem no âmbito das Forças Armadas. Com isso a Marinha do Brasil encontra-se numa situação de poucos meios navais e de qualidade, que são vitais para o cumprimento de suas atividades, que são: Prover a segurança da navegação aquaviária; implementar e fiscalizar o cumprimento das leis e regulamentos, no mar e nas águas interiores em coordenação com órgãos do poder executivo; orientar e controlar a Marinha Mercante em suas atividades correlatas no que interessa à defesa nacional e etc.

Uma das maneiras que se poderia viabilizar a continuidade de suas atividades sem a necessidade de grandes investimentos seria de considerar as boas práticas de manutenção aliando com o conceito de Apoio Logístico Integrado, com o intuito de maximizar o tempo de vida útil dos meios navais e com qualidade que segundo a DGMM 0130 (2013) seria de aumentar o tempo médio entre falhas (MTBF) e reduzir o tempo médio para reparo (MTTR).

O conceito de Apoio Logístico Integrado será amplamente tratado neste trabalho mencionando as suas metas, sua estrutura na MB, além de realizar abordagem em conceitos fundamentais como a confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade, realizar um breve apanhado sobre análise do apoio logístico enfatizando os métodos empregados, as tarefas, planejamento e controle, e também sobre a equipe do ALI.

Será também tratado o conceito da plataforma de Modelagem de Informações de Construção (BIM - *Building Information Modeling*), recurso este muito empregado na construção civil, mas que também pode ser utilizado para outros tipos de projeto, como os relacionados a projetos navais e neste trabalho todas as ideias relacionadas com a construção civil terão uma ótica voltada para a aplicação aos navios da Marinha do Brasil.

Para conhecer os desafios da gestão da manutenção e dessa forma garantir que a MB honre com sua missão precípua, o estudo desta plataforma se torna essencial para o atingimento dos objetivos e alguns pontos sobre eles serão tratados como: de que maneira o BIM racionaliza o projeto; a inclusão e participação de todos os envolvidos no ciclo de vida do projeto e que se ramificam em subsistemas; a parametrização de seus componentes, evidenciando a interdependência de um sistema; a ferramenta Clash Detection que aponta inconsistências do projeto; a visualização de todas as informações de todas as áreas por todos

os envolvidos no projeto; execução de projetos complexos; implementação de várias dimensões cada uma com suas especificidades; a velocidade com que se pode resgatar as informações; a integridade das informações do projeto ao longo do ciclo de vida; o modelo de construção virtual e os níveis de desenvolvimento.

Como pode ser visto todas as características da plataforma BIM tendem a oferecer vantagem em relação à plataforma tradicional e o estudo deste trabalho consiste exatamente em detectar as dificuldades de se implementar a plataforma para a melhoria da gestão da manutenção na organização.

1.1 Apresentação do Problema

Com todas as dificuldades que o país apresenta, com cortes de gastos e problemas orçamentários, vários setores da sociedade sofrem com esses cortes e um desses são as Forças Armadas. Com isso acarreta para a Marinha do Brasil restrições que impedem a evolução de seus objetivos, na aquisição de novos meios navais, obrigando-a a pensar de como estender ao máximo a vida útil de seus navios.

1.2 Justificativa e Relevância

Estudar os desafios para a Marinha do Brasil de integrar procedimentos de manutenção dos seus meios navais, unindo com o conceito de Apoio Logístico Integrado para maximizar o tempo de vida útil dos seus navios. É vital para garantir a missão da Instituição sem ter muita dependência de grandes recursos do Governo Federal.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Garantir que a Marinha do Brasil honre sua missão precípua, gerindo com qualidade seus projetos de manutenção dos meios navais, sem a dependência de grandes recursos.

1.3.2 Objetivos Específicos

Conhecer os desafios da Gestão da Manutenção, juntamente com a aplicação do conceito de Apoio Logístico Integrado.

1.4 Etapas do Trabalho

Neste ponto do trabalho será descrito um resumo de cada parte com o intuito de facilitar a busca por informações em qualquer momento do material descritivo sobre o assunto.

No item 1 trata-se sobre a introdução deste trabalho, descrevendo a contextualização histórica do assunto objeto dentro do cenário Nacional, sem contar que fala sobre a inserção do assunto sobre manutenção, além do Apoio Logístico Integrado e a apresentação da plataforma BIM. Neste mesmo item do trabalho são apresentados a problemática do trabalho, com as devidas justificativa/relevância e os objetivos que se tem a pretensão de atingí-los.

No item 2 trata sobre o Referencial Teórico, que fala sobre os assuntos técnicos associados com o tema deste trabalho, dentre os quais destacam-se a manutenção, descrevendo os principais tipos de manutenções que existem, além de conceituar a Engenharia de Manutenção, a manutenibilidade, a disponibilidade e confiabilidade. Também é descrito neste item conceitos relativos ao Apoio Logístico Integrado, que vai desde o apontamento de seus atributos, passando pela descrição de seus fatores, além da descrição dos seus principais elementos e da Análise do Apoio Logístico.

No item 3 trata sobre a descrição do método tradicional de manutenção do Apoio Logístico Integrado, comentando o cenário atual dos projetos na Marinha, as dificuldades encontradas, descrevendo graficamente o desenvolvimento de um projeto tradicional e realizando uma comparação entre a implementação do BIM e o uso da ferramenta tradicional (CAD).

No item 4 trata sobre a crítica ao modelo tradicional, descrevendo como o sistema de manutenção da Marinha desenvolve seus projetos de manutenção, apresentando comentários relativos ao seu atual modelo e comparando com o atual modelo utilizado por algumas instituições, inclusive o EB.

No item 5 trata-se sobre o Building Information Modeling realizando uma análise sobre sua constituição, analisando suas particularidades, expondo suas principais ferramentas e realizando uma série de análises referentes à ele em relação ao CAD tradicional e ao contexto nacional. Além disso neste item trata sobre como realizar a transferência do modelo tradicional para o BIM e também tratando da importância de se utilizar esta ferramenta dentro do contexto da gestão da manutenção na Marinha do Brasil.

No item 6 trata sobre as conclusões a que se chegou este trabalho e sobre as recomendações propostas, sugerindo à Marinha do Brasil melhores alternativas de gerir seus projetos de manutenção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Serão abordadas aqui uma série de conceitos relativos ao assunto em questão, e a seleção desses assuntos foram definidos segundo critérios de importância aos quais pautaram a análise dos dados obtidos. Esses assuntos estão divididos em Manutenção e Apoio Logístico Integrado. A parte sobre BIM é transcorrida no capítulo 5.

2.1 Gestão da Manutenção

Para as boas práticas da manutenção é importante salientar os tipos de manutenção empregados atualmente. Como sendo o foco deste trabalho encontrar desafios que “atravancam” o processo entre a logística na MB e os serviços de manutenção que seus navios necessitam, é importante verificarmos os tipos de manutenção que mais se destacam, e são eles: a manutenção corretiva; a manutenção preventiva; a manutenção preditiva e a manutenção detectiva.

Segundo DE OLIVEIRA (2010) manutenção corretiva é aquela mais arriscada de todas, pois não se tem um planejamento prévio e que ocorre após uma parada podendo gerar prejuízos a organização. Como pode-se observar é utilizada como paliativo.

Segundo o mesmo autor manutenção preventiva é definida como havendo um planejamento de inspeções e tendo como critério a emergência. Como pode-se observar é um tipo de manutenção em que o equipamento não fica parado por muito tempo.

O autor ainda define a manutenção preditiva, sendo aquela em que ocorrendo alterações no comportamento do funcionamento do equipamento, deveria sofrer avaliação por meio da predição.

A última manutenção refere-se a descoberta de defeitos nos equipamentos que aparentemente não existem:

“Manutenção detectiva é a atuação efetuada em Sistemas de proteção comando e controle buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.” (KARDEC, Allan, 2009, pag. 47)

Uma observação interessante sobre essa manutenção é que a detecção de falhas é importante pois garante a confiabilidade.

2.1.1 Engenharia de Manutenção

A Engenharia de Manutenção é o planejamento do quadro de manutenções de uma determinada organização e através dela oferece uma série de benefícios como, por exemplo, a confiabilidade. A Engenharia de Manutenção é o cérebro de todas as ações para o bom funcionamento dos equipamentos.

2.1.2 Manutenibilidade

Esse conceito é importante pois está associado diretamente a manutenção e é definido da seguinte forma:

“É a característica de um equipamento ou conjunto de equipamentos que permite em maior ou menor grau de facilidade a execução dos serviços de manutenção.” (KARDEC, Allan, 2009, pag. 101)

Para que a idéia da manutenibilidade ocorra deve-se ter alguns princípios como a segurança, o tempo e o treinamento do pessoal.

2.1.3 Disponibilidade

Este conceito é importante pois associa o quanto tempo um determinado equipamento pode ser requisitado e é definido como:

“A capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante em um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.” (KARDEC, Allan 2009, pag. 112)

É expresso pela fórmula $MTBF / (MTBF + MTTR) \times 100$

Onde o MTBF é a sigla em inglês que significa tempo médio entre falhas e o MTTR é o tempo médio para reparo.

2.1.4 Confiabilidade

Este conceito é importante, pois trata de quanto um determinado equipamento pode ser requisitado a qualquer momento e isso é um dado importante, pois se um determinado equipamento não pode executar fielmente suas funções, acaba gerando um “desconforto” no decorrer das atividades, haja vista, que a perda de um determinado equipamento acaba por interromper a produção ou o fluxo do serviço prestado. Segundo KARDEC, Allan (2009) a confiabilidade é definida como sendo uma ferramenta que mede o desempenho de um equipamento em função do tempo e de condições específicas.

Além disso existem ferramentas que são utilizadas para aumentar a confiabilidade dos equipamentos, e que são mencionadas a seguir:

2.1.4.1 Modo e Efeito de Falha (FMEA)

Tipo de ferramenta utilizada para identificar falhas enquanto o equipamento está em funcionamento, em outras palavras é a medida do risco de falha e para se realizar isso algumas condicionantes tem que ser levadas em consideração como, por exemplo, a causa, o efeito, os modos de falha, a frequência da gravidade da falha, a detectabilidade e o índice de risco ou número de prioridade de risco.

2.1.4.2 Análise da Causa-Raiz de Falha

Como o próprio nome sugere, refere-se a encontrar a causa do problema. Ele possui alguns passos principais que são: análise do modo e efeito da falha; preservação da informação da falha; organização do grupo de análise; análise; descobertas; recomendações e acompanhar os resultados.

Como pode ser visto, este método é muito importante para se detectar a origem da falha.

2.1.4.3 Análise de Falhas Ocorridas

Este tipo de método é utilizado para a prevenção de possíveis falhas e uma dessas maneiras é de detectar as falhas através da análise de falhas ocorridas utilizando uma média histórica.

2.2 Apoio Logístico Integrado (ALI)

O Apoio Logístico Integrado da Marinha do Brasil é parte integrante do Sistema de Apoio Logístico, e ele em sua concepção tem como ideia a maximização do processo logístico, tanto do ponto de vista de produção quanto do ponto de vista de distribuição e que na maioria das vezes inviabiliza os projetos pelo seu alto grau de complexidade. Pode ser definido da seguinte forma:

“É um processo utilizado para planejar e dirigir as atividades associadas à implantação do apoio logístico para os meios e sistemas.” (DGMM-0130, 2013)

Neste tópico veremos alguns conceitos associados ao ALI para melhor entendermos o seu universo.

2.2.1 Atributos do ALI

Por natureza o ALI se caracteriza por ter três tipos de atributos essenciais, sendo o primeiro deles a oportunidade, que segundo o EMA-400 define como sendo uma oportunidade de se adquirir um novo meio ou sistema levando-se em consideração a relação custo-benefício no momento. O segundo atributo é a amplitude, que está relacionado com a abrangência do projeto, desde a aquisição até a baixa do equipamento.

Segundo o EMA-400, no momento da concepção do projeto de aquisição de um meio é muito importante que se tenha em mente que o custo de posse de um novo meio (operação + manutenção) é de duas a três vezes o custo de aquisição. Isso é muito importante para evitar compra de meios que possam ser considerados antieconômicos posteriormente.

O terceiro atributo do Apoio Logístico Integrado é a integração, ou seja, todos os integrantes do sistema devem trabalhar conjuntamente para que não haja “buracos” no processo de transmissão de informações, que segundo o EMA-400, caso este atributo seja perdido, pode causar gastos exagerados de recursos e baixa disponibilidade dos meios.

2.2.2 Fatores e Metas do ALI

O Apoio Logístico Integrado tem como fatores e metas uma série de pontos que o EMA-400 determina para que a MB siga como orientação na elaboração de seus projetos de aquisição de novos meios e sistemas, esses pontos estão elencados da seguinte forma: pessoal;

adestramento; equipamento para adestramento; documentação típica do meio; documentação típica de equipamentos; apoio à documentação; confiabilidade e manutenibilidade; conceito de Engenharia de Manutenção; equipamentos de teste e ferramentas, documentação de testes; conceito de apoio base; apoio ao abastecimento; nacionalização; padronização; facilidades; custos do ALI e especificações do contrato.

2.2.3 Elementos do ALI

Dentro do processo logístico existem uma série de elementos que compõem o ALI, e que através deles passam-se cada etapa do processo de aquisição de qualquer tipo de meio ou sistema na MB e que são definidos pela DGMM-0130 (2013) como sendo:

Planejamento de Manutenção: Como já foi descrito em momento oportuno, a Engenharia de Manutenção também tem como sinônimo o planejamento de manutenção, e nele são verificados requisitos e instruções necessárias para elaborar o plano de manutenção de um novo item /equipamento.

Força de Trabalho e Pessoal: É o tipo de elemento do ALI responsável por identificar a força de trabalho que será utilizada pelo meio ou sistema em questão, ao qual será necessário ser mantido e operado e pode incluir pessoal militar ou civil.

Treinamento e Equipamentos para Treinamento: É neste elemento onde são tratados os cursos necessários para o aperfeiçoamento do pessoal envolvido aos quais irão manter e operar o Sistema.

Documentação Técnica: Vários equipamentos e itens que compõem um Sistema são necessários de documentação que os regem, tanto na parte de implementação quanto na parte de manutenção, e o ALI é responsável por verificar a documentação necessária para a boa regulação do Sistema.

Recursos Computacionais: Em se tratando de manutenção, todos os tipos de sistemas são necessários serem verificados, periodicamente, não obstante também são necessários recursos necessários à manutenção de software.

Acondicionamento, Manuseio, Armazenagem e Transporte: Em se tratando do sistema utilizado na Marinha, existem vários tipos de itens em estoque, sendo assim é necessário verificar a questão do acondicionamento, armazenagem e transporte desses itens.

Instalações de Apoio: Para serem realizadas várias atividades de um sistema, é necessário que seja verificado as várias instalações que irão receber os vários tipos de processos como, por exemplo, treinamento de pessoal, sendo assim é prudente verificar onde serão alocados o pessoal responsável que realizarão as atividades de apoio.

2.2.4 Análise do Apoio Logístico (AAL)

Dentro do contexto do ALI, existem processos que ajudam o processo logístico a ter a melhor performance possível, sendo um desses processos a Análise de Apoio Logístico (AAL), que segundo a DGMM-0130 (2013) é um processo que apoia na coordenação para se ter melhor auxílio às atividades, influenciando dessa forma o projeto, identificando possíveis problemas e desenvolvendo requisitos importantes do Sistema.

Dentro ainda do contexto da Análise do Apoio Logístico ela possui tarefas básicas de apoio ao ALI, que são: o planejamento e controle do programa; definição da missão do apoio aos sistemas; preparação e avaliação das alternativas; determinação das necessidades de recursos de apoio logístico e avaliação quantitativa da capacidade de apoio projetada.

Para que de fato o ALI seja executado, existe a chamada Equipe de Apoio Logístico Integrado, que é responsável por conduzir as atividades do ALI, sendo as principais: a fase de obtenção do novo meio; a elaboração dos requisitos de Estado Maior e de Alto Nível; a definição dos cursos necessários à operação e manutenção; execução de inventários de sobressalentes, equipamentos e equipagens e a confecção do fluxograma inicial.

No que se refere aos principais assuntos relacionados ao tema em questão, estes foram os principais conceitos pertinentes ao entendimento do objeto deste trabalho para que se possa ter a abstração suficiente aos itens seguintes.

2.3 Ferramentas Básicas de Projeto

De acordo com o intuito do trabalho que fala sobre projeto de manutenção na Marinha, é importante observarmos algumas ferramentas básicas de gestão de projetos, que são importantes no gerenciamento do escopo de trabalho, do tempo e do custo.

2.3.1 Estrutura Analítica de Projeto (EAP)

Essa ferramenta da gestão de projetos é muito importante para se ter noção de uma visão macro de todo o projeto, onde é vislumbrado as etapas mais básicas que irão compor o projeto, tentando imaginar o máximo de fases e etapas possíveis. Segundo o Ministério Público do Paraná (2018), para facilitar a construção de uma EAP, alguns passos devem ser seguidos e os principais são: Identificação dos entregáveis que serão levados em consideração; deve-se montar através de uma estrutura gráfica as fases e etapas identificadas anteriormente; identificação dos subníveis de cada etapa; Associar cada atividade de cada uma das etapas através de um código que o identifique e por último tem que ser levado em consideração a verificação da decomposição realizada de cada subnível.



Figura 01: Exemplo de uma EAP. Fonte: Ministério Público do Paraná (2018).

Como pode ser observado na figura anterior as várias etapas elencadas no nível 2 do projeto de pintura de uma sala foram dispostos através de um organograma e a cada etapa foi pensada as várias atividades associadas à elas, sempre utilizando um verbo para determinar essas atividades. Dessa forma todo o projeto, pelo menos na sua estrutura básica, é disposta de forma preliminar.

2.3.2 Cronograma

Após realizada a Estrutura Analítica de Projeto, existe a necessidade de se realizar o sequenciamento das atividades determinadas na EAP, para que se tenha de uma forma organizada em função do tempo cada atividade pensada anteriormente e dessa forma pode-se fazer uma análise de tudo que tem que se fazer no projeto em função das durações de cada atividade, dos recursos necessários e em função do tempo.

Segundo o Ministério Público do Paraná (2018) o cronograma é essencial para se ter uma noção e poder respeitar os prazos determinados do projeto e com isso ter uma visão macro da execução das atividades, podendo comparar o que foi previsto em função do que já foi realizado.

Existem várias formas de se elaborar o cronograma, e uma que já foi muito utilizada foram criações de tabelas, mas com a informatização hoje em dia é muito comum utilizar softwares que ajudam na criação destes cronogramas e, geralmente, essas ferramentas oferecem a função do gráfico de Gantt, que é uma ferramenta fácil de se utilizar e oferecem várias informações do projeto que vão desde as etapas e atividades que compõem o projeto, determinando os marcos principais e além do mais oferece gráficos que ajudam na visualização das informações descritivas.

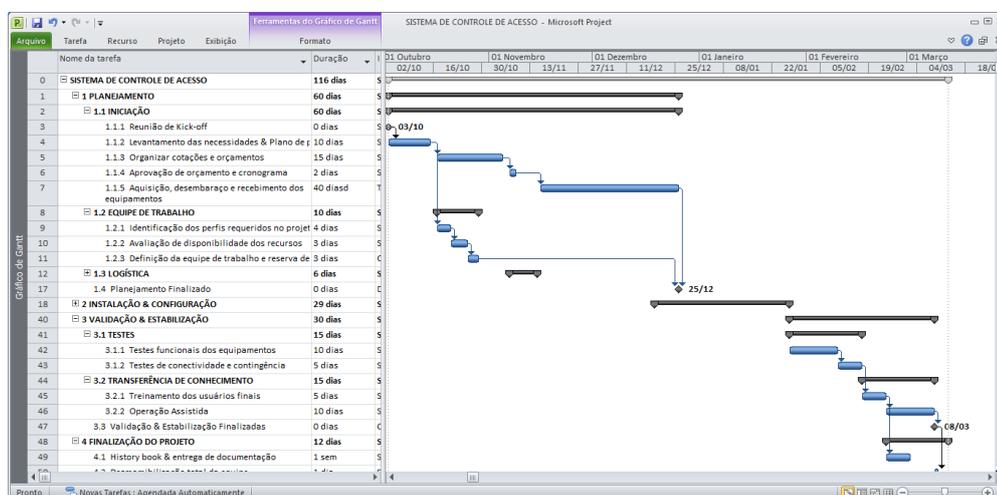


Figura 02: Modelo de projeto do MS Project. Fonte: Internet.

2.3.3 Análise de Riscos

Análise de riscos é uma outra ferramenta da gestão de projetos utilizada para melhorar os resultados obtidos pelos objetivos requeridos. Sabe-se que na gestão de projetos durante a sua execução podem ocorrer vários imprevistos atinentes a ele e podem afetar vários aspectos que vão desde o tempo, custos e até a qualidade de um determinado empreendimento.

Por isso existe a necessidade de se utilizar técnicas de análise de riscos que podem ser utilizadas tanto de uma forma proativa, ou mesmo evitando-se os riscos para minimizar as respostas indesejadas.

Segundo o Ministério público do Paraná (2018), existem três etapas básicas da análise de riscos utilizadas e a primeira delas é a identificação dos riscos que refere-se a encontrar os principais agentes que poderiam afetar o projeto tanto no tempo, quanto nos custos ou na qualidade e dessa forma pode-se eliminar o fator surpresa das consequências do risco.

Para se determinar os riscos, é necessário conhecer os seus vários tipos, que podem ser tanto técnicos, referentes a requisitos de desempenho, quanto também a riscos do tipo externos relacionados, por exemplo, a fornecedores ou aos clientes. Os riscos também podem ser do tipo organizacionais, relacionados a dependências da empresa que realiza o projeto ou aos recursos e ainda existem os riscos do tipo gerenciamento, relacionados a gestão do projeto em si, associados a estimativas e controle.

Para a execução da etapa de identificação dos riscos, são utilizadas várias técnicas para se alcançar, dentre elas destacam-se o check-list, relatórios de projetos e análises de projeto inicial, sem contar ainda que existe a técnica do *brainstorm*. Dessa forma, pode-se obter a descrição detalhada de todos os riscos possíveis que poderiam afetar o andamento do projeto.

A segunda etapa consiste em analisar a probabilidade de ocorrer os riscos identificados anteriormente, com o propósito de priorizar os riscos quanto a sua criticidade. Para isso são realizadas análises nas três dimensões referidas anteriormente, tanto o escopo do projeto, quanto aos prazos e recursos utilizados.

A terceira etapa da análise de riscos consiste em realizar o planejamento de respostas aos riscos, que consiste em estudar as principais ações que poderiam se realizar para diminuir os efeitos negativos deles e aumentar as oportunidades de sucesso dos objetivos. Segundo o Ministério Público do Paraná (2018), existem várias formas de resposta aos riscos dentre as quais destacam-se: evitar o risco que, geralmente, a prevenção é uma boa solução, outra maneira seria transferir o risco para outra, sendo essa forma não desejável para a boa continuidade das ações.

Além disso existe uma forma bastante eficiente que é a mitigação dos riscos, com o intuito de reduzir ao máximo os efeitos indesejados. Existe ainda a forma de aceitação ativa, ou seja, buscando formas alternativas de solução, e a aceitação passiva que seria a forma de não se tomar nenhuma ação, mas esperando que o pior não aconteça.

2.3.4 Reuniões

Como é comentado no item quatro deste trabalho, as reuniões são essenciais para que se tenha um alinhamento de conhecimento entre todos os integrantes de um projeto, que no contexto deste trabalho refere-se tanto para os integrantes do setor de manutenção da Marinha do Brasil quanto aos integrantes da equipe do Apoio Logístico Integrado e também de uma possível equipe de apoio de BIM.

Isso se faz necessário para que se mantenha uma boa comunicação e relacionamento entre os vários integrantes responsáveis por determinar e executar os projetos de manutenção, e dessa forma garantir uma boa sinergia entre eles. Além disso ajuda a criar estratégias de soluções para o melhoramento dos serviços de manutenção, na definição de metas. Com isso pode-se ter a oportunidade de juntar os vários pontos de vista dos vários setores atinentes à manutenção na MB sabendo das necessidades de cada um, buscando uma melhor solução de qualidade nos serviços de manutenção na organização.

Neste ponto, iremos citar os principais tipos de reuniões que existem no cenário atual que segundo o Ministério Público do Paraná (2018) destacam-se a reunião inicial, as reuniões de progresso, executivas e a reunião de encerramento.

Por ordem cronológica, a primeira trata-se da reunião inicial, que através da qual o gerente de projeto pode ter a oportunidade de apresentar aos vários integrantes participantes do projeto os objetivos a serem alcançados, sem contar que tem a oportunidade de divulgar o cronograma das atividades que foram elencadas no EAP, informando também as responsabilidades de cada integrante do projeto e também apresentando os principais riscos identificados na análise de riscos vistos anteriormente. Esta reunião é muito importante, pois através dela que se dá o pontapé inicial antes da execução propriamente do projeto.

O segundo tipo de reunião normalmente utilizada são as reuniões de progresso, que consistem em reunir todos os integrantes responsáveis pelo planejamento e execução do projeto com intuito de se identificar possíveis problemas que venham a interromper a progressão dos trabalhos e caso sejam encontrados esses problemas são definidas ações para se corrigirem, além disso também são analisados possíveis riscos e tendências no curso do projeto.

Um outro tipo de reunião que é muito importante, são as reuniões executivas que tem como objetivo informar tanto por parte do gerente quanto de todos os integrantes do projeto a evolução dos trabalhos realizados e caso haja alguma nova demanda que seja exposta neste tipo de reunião, e dessa forma todos participam conjuntamente analisando os impactos que essas novas demandas irão ocasionar ao projeto, tanto em termos de duração quanto de custos.

A fim de realizar o fechamento do projeto, é utilizada a reunião de encerramento que consiste em finalizar o projeto levando-se em consideração o registro de “lições aprendidas” durante o projeto a fim de que possa ser utilizado futuramente as diretrizes que deram certo e para não cometer erros novamente.

3. MÉTODO TRADICIONAL DE MANUTENÇÃO DO APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO

Dentro do cenário atual sobre os projetos na Marinha, não permite-se desenvolver tudo que se faça necessário e neste ponto do trabalho vamos analisar atual situação da gestão da manutenção dentro do Apoio logístico Integrado na Marinha, as peculiaridades, a real situação e o que poderia ser implementado para se ter uma eficiência maior nos resultados.

As dificuldades que são encontradas num processo de desenvolvimento de um projeto tradicional não é uma problemática somente na Marinha do Brasil, mas também fora dela e uma das dificuldades já se encontra na coordenação, cujas responsabilidades são as mais variadas que vão desde soluções de projeto, até auditorias de soluções específicas, segundo o CBIC (2016).

Neste contexto podem existir vários problemas muito comuns dentro do modelo tradicional de desenvolvimento de projeto, sendo um dos mais comuns o processo de coordenação não sistematizado, a inexistência de manuais de projeto e práticas deficientes da organização.

Na figura 01 mostra um gráfico com as fases de desenvolvimento de um projeto comumente e como pode-se observar tanto a linha azul (1) quanto a linha rosa (2) são características dos projetos de uma forma geral, sendo que a linha azul indica a capacidade de impactar custos e características funcionais do empreendimento e a linha rosa indica os custos de alterações do projeto.

Como pode-se observar, a linha azul com o tempo vai diminuindo, enquanto a linha rosa vai aumentando, além disso observa-se o gráfico de linha amarela (4) aonde indica a implementação do processo de BIM, que no início das fases do projeto a implementação é mais difícil do que em relação ao processo tradicional de projeto.

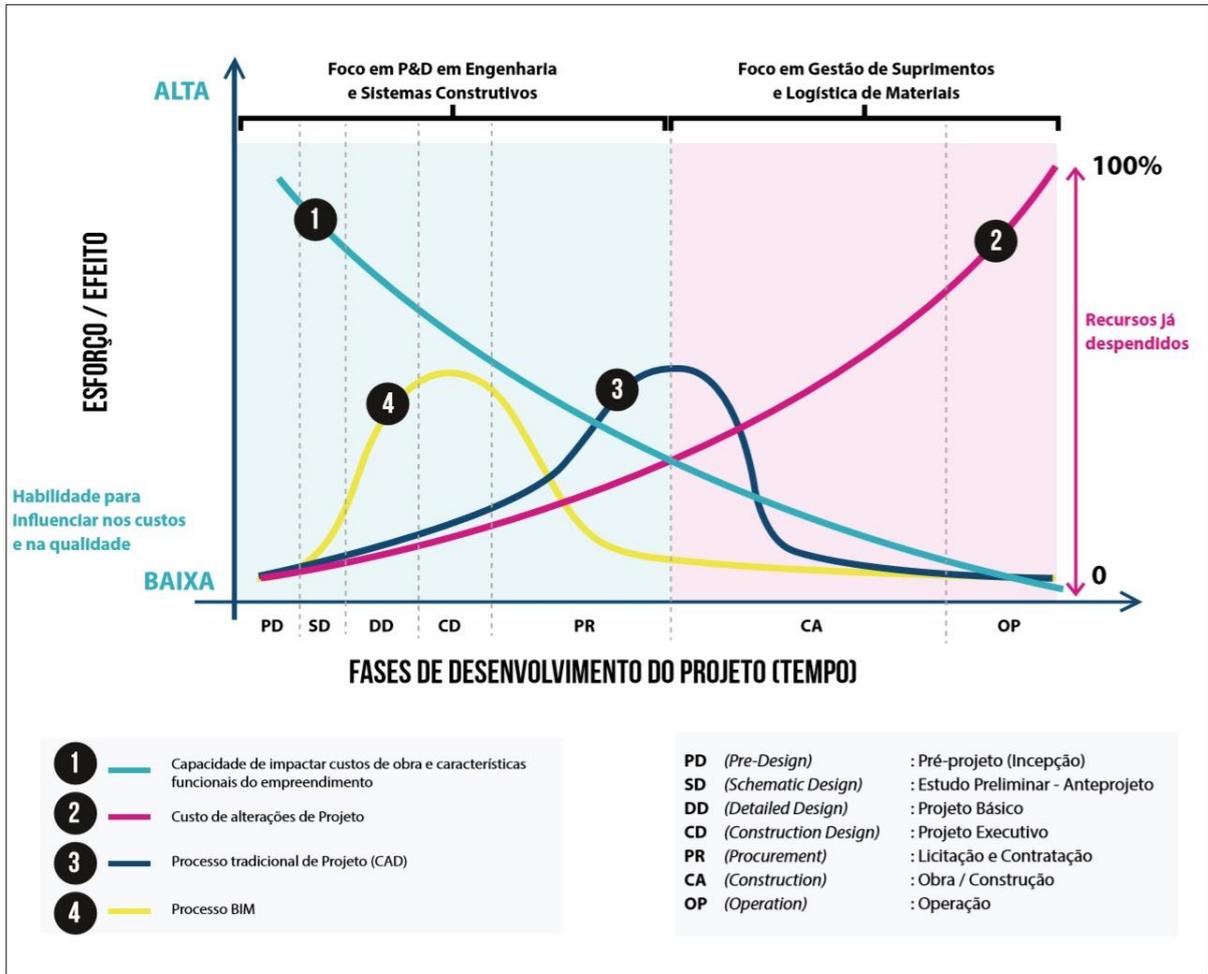


Figura 03: Gráfico processo tradicional de projeto. Fonte: CBIC (2016).

Como pode ser observado no gráfico a implementação do BIM no projeto de manutenção pode ser consideravelmente difícil de ser conquistado no início, mas após este momento os ganhos são consideráveis em relação ao modelo tradicional, com isso o BIM pode oferecer uma possibilidade de integração ao Apoio Logístico na Marinha.

Minha proposição é de que o apoio logístico deva ser materializado através da ferramenta BIM e, conseqüentemente, poderá vencer os desafios de discontinuidades de informação que, geralmente, acontecem no modelo tradicional.

Além do que foi descrito acima não existe somente este problema possível na Marinha em termos de projeto de manutenção, e o que se sabe é que um possível problema da manutenção, geralmente, ocorre na especificação do projeto, ou seja, os pedidos que são feitos nas suas especificações.

Contudo é imprescindível que o setor de manutenção da MB participe de todos os processos de tomada de decisão, tanto no desenvolvimento de um novo meio, quanto na compra de um novo navio.

É essencial que a gestão de manutenção da organização participe de todas as etapas do projeto, para que dessa forma possa ser filtrado o projeto pela sua forma mais barata possível, sem comprometer a qualidade. Além disso, não somente a participação do pessoal da manutenção, mas também de todo o grupo que venha a compor o Apoio Logístico Integrado na Marinha do Brasil.

4. CRÍTICA AO MODELO TRADICIONAL

Como já foi abordado em pontos anteriores a gestão de um projeto envolve todo o ciclo de vida do empreendimento em questão, que vai desde a concepção passando pela construção até uma possível reforma do empreendimento.

De acordo com a figura 02, observa-se que os gráficos inseridos estão em função da quantidade de informações geradas ao longo do ciclo de vida útil, tendo como eixo y o tempo. Assim, pelo gráfico na cor em verde que representa o desenvolvimento de um projeto utilizando o modelo tradicional de gerenciamento, observa-se a existência de perdas de informações nas trocas de fases, e isso se dá devido a falta de comunicação entre os vários setores responsáveis pelo gerenciamento do projeto.

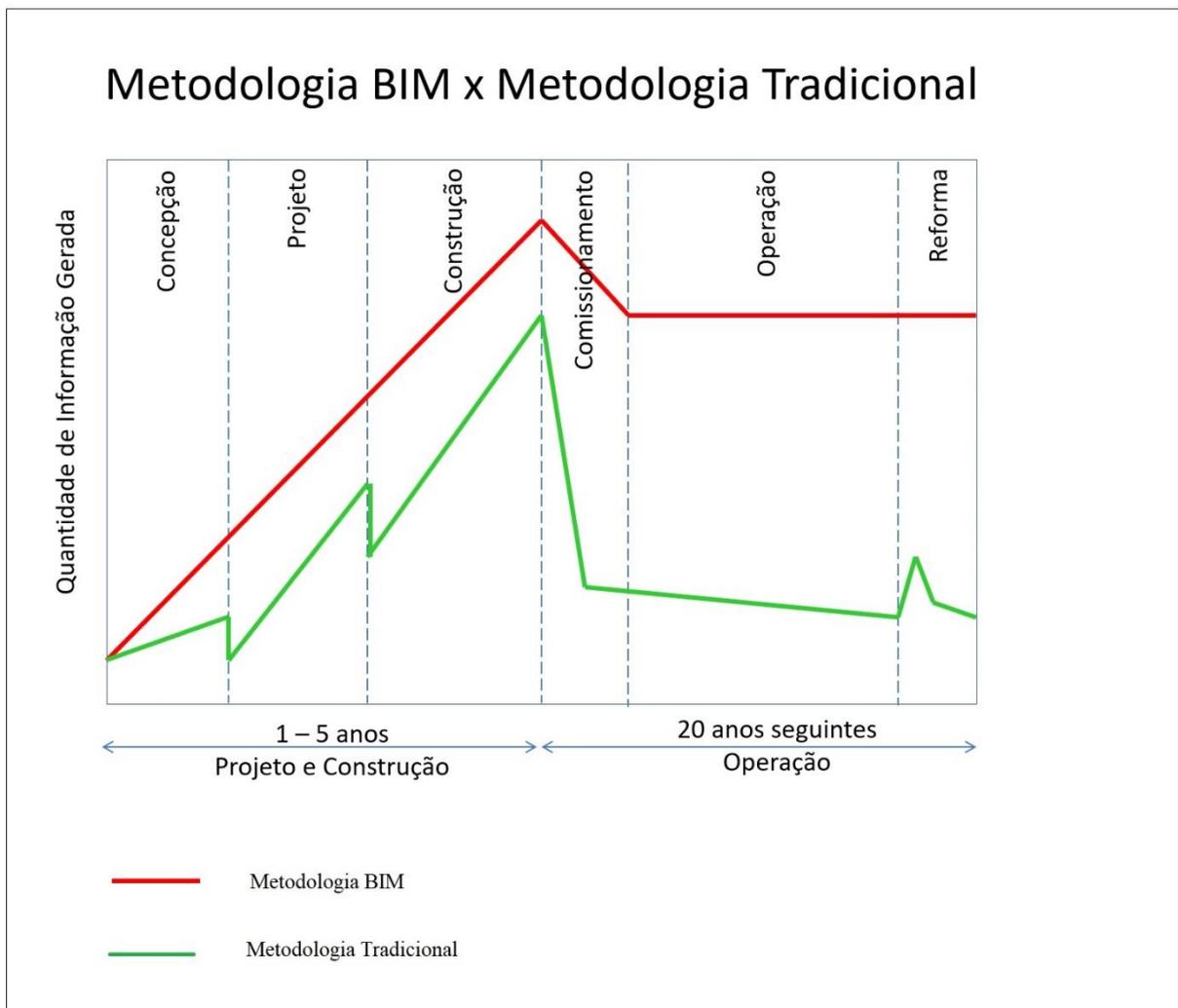


Figura 04: Gráfico do ciclo de vida de um projeto BIM x Tradicional. Fonte: Cortesia MSc Eliabe Ricarte.

Dentro do que foi dito sobre essas descontinuidades de informações que ocorrem, são diversos os motivos que podemos destacar e um dos mais comuns são o fato de equipes diferentes de um projeto não participarem das reuniões que ocorre durante o curso do projeto e entre fases e sabe-se que no modelo tradicional de projeto o acompanhamento de reuniões é fundamental por ser uma ferramenta básica da gestão de projetos.

Observa-se pelo gráfico que a maior perda de informações que existe é justamente quando se passa o projeto dos criadores para os clientes na fase de comissionamento e isso é um pouco óbvio, pois nem todas as informações geradas pelos criadores são passadas em sua totalidade para o cliente, tanto por questão de conveniência e proteção de informações quanto pela falta de especificação de contrato por parte do cliente.

Essa característica mencionada anteriormente é muito prejudicial para o bem do meio ou sistema adquirido em se tratando do seu ciclo de vida útil, pois durante a fase de operação existem situações que requerem conhecimento das origens do projeto no que se refere a manutenção necessária durante o ciclo operativo, que no caso da Marinha do Brasil trata-se de seus navios.

Por isso, em relação ao que já foi comentado anteriormente no trabalho, da importância do setor de gestão de manutenção da MB de participar das reuniões dos projetos de construção de seus navios para que todas as informações necessárias na concepção do projeto possam ser passadas para o setor de manutenção e assim possam ser colocadas em prática as boas práticas de manutenção.

4.1 O Sistema OPUS do EB

O Exército Brasileiro criou um projeto com o intuito de melhorar o seu sistema de registro de imóveis, em que nele passam-se vários serviços relativos à concepção de construção de edifícios, além de obras de ampliação, restauração, demolição e manutenção em relação a obras militares no exército.

A concepção do projeto de implantação deste Sistema se deu através da necessidade do EB de melhorar a rentabilidade dos seus serviços de obras em que era absurdamente congestionado devido ao grande número de organizações militares clientes da Diretoria de Obras Militares (DOM).

Com isso o Exército Brasileiro criou e implantou o Sistema Unificado do Processo de Obras (OPUS) para flexibilizar e aumentar a rentabilidade de aquisições de informações de obras de toda a organização, oferecendo apoio à tomada de decisão tanto no nível executivo,

gerencial e estratégico onde pode ser observado uma série de benefícios em decorrência da implantação desse Sistema que foram desde a melhoria da comunicação entre os envolvidos, da redução do papel utilizado nos processos e agilidade na execução dos processos, gerando economia de recursos.

O Sistema é composto de uma plataforma onde existem os vários bancos de informações relativas ao imóvel, onde são inseridas informações básicas sobre a construção, informações relativas ao acompanhamento financeiro em relação a solicitação de orçamentos, informações sobre previsão de recursos orçamentários e dentre outras informações importantes que tanto a OM cliente tem acesso as informações com poder de inseri-las, caso tenha poder de acesso, da mesma forma que essas informações podem ser acessadas por parte da DOM.

The screenshot displays the 'Cadastro de solicitação' (Request Registration) form in the OPUS system. The form is divided into several sections:

- Header:** Includes the OPUS logo, navigation tabs (Solicitação, Patrimônio, Administrativo, Planejamento, Controle, Projeto, Financeiro), and a user profile for Edilberto Cabral Ferreira.
- Form Fields:**
 - Usuário solicitante: Edilberto Cabral Ferreira
 - OM Solicitante: 046805 DIRETORIA DE OBRAS MILITARES
 - * Benefeitoria: DF110006B0095 - Bloco F
 - * OM Beneficiada: 017368 CENTRO INTEGRADO DE TELEMÁTICA DO EXÉRC
 - Pavimento: Toda a benfeitoria
 - * Categoria: Obra
 - * Tipo: Recuperação Q3
 - * Item: Cobertura
 - * Justificativa: O telhado precisa ser recuperado
 - * Origem: FM18/20
 - Emergência: Sim Não
- Table: Valores por ND**

ND	Descrição	Valor
3.3.90.30.00	Material de Consumo	0,00
3.3.90.39.00	Outros Serviços de Terceiros - Pessoa Jurídica	200.000,00
Total		200.000,00
- Buttons:** Salvar and Cancelar.

Figura 05: Sistema OPUS com a interface de dados de solicitação de normas de despesa. Fonte: Site dom.eb.mil.br

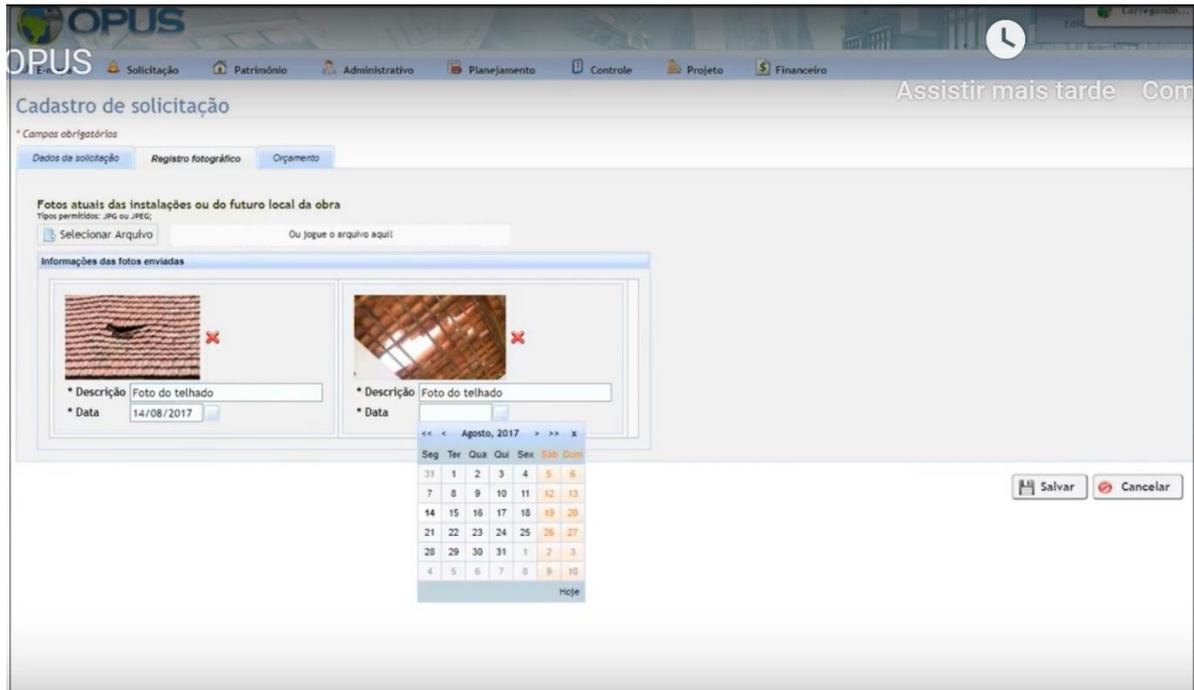


Figura 06: Inserção de orçamentos de reparos. Fonte: Site dom.eb.mil.br

Além disso o Sistema é composto por uma parte de geotecnologia onde existe uma infraestrutura de dados espaciais (IDE) em que foi possível vetorizar todo o volume de construções mapeadas do exército e com isso criar um banco de dados de imóveis georreferenciados que possuem parametrização com as informações comentadas no parágrafo anterior.

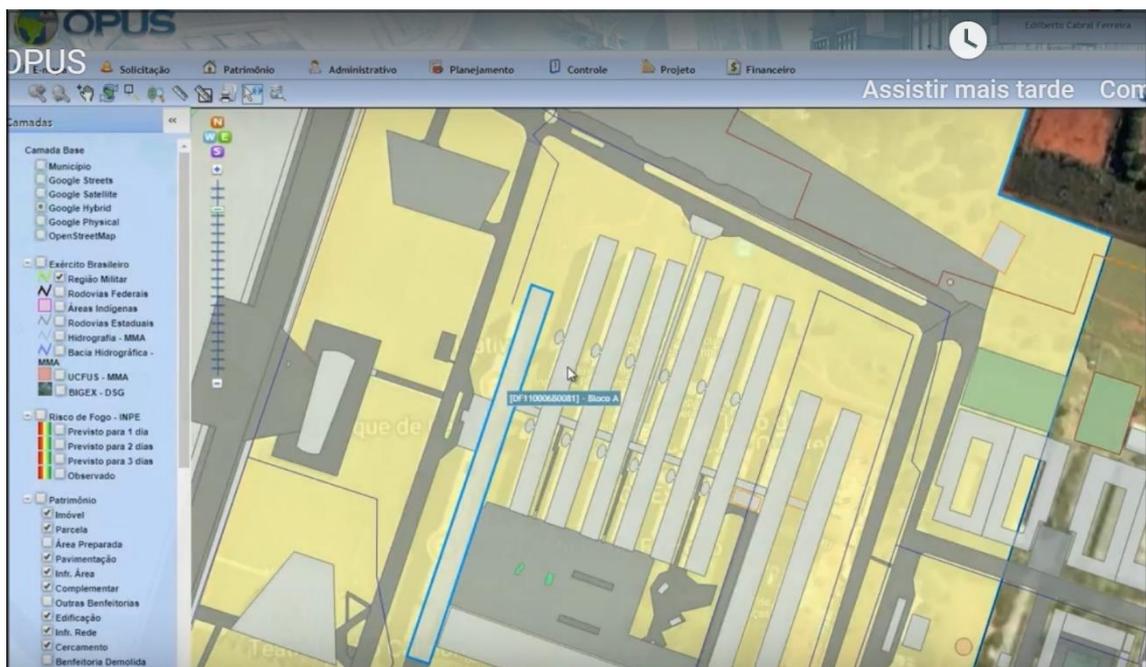


Figura 07: Infraestrutura de dados espaciais (IDE). Fonte: Site dom.eb.mil.br

Como pode-se observar do que foi descrito sobre este Sistema, percebe-se que a intenção do Exército de desenvolvê-la e aplicá-la dentro do contexto de suas atividades foi essencial para o desenvolvimento das atividades de acompanhamento de obras e dessa forma facilitar o desenvolvimento de suas atividades gerando economia de tempo, recursos e facilidade de acesso a informações.

5. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Como já foi mencionado anteriormente, o Building Information Modeling é uma ferramenta que se utiliza basicamente da ferramenta CAD e une várias outras informações que se fazem pertinentes, como por exemplo, o fator tempo, implementado conjuntamente com as informações geométricas. A reunião de todas essas informações com as informações geométricas é o que compõem a plataforma chamada BIM, e se puder reparar por esse motivo é considerada uma ferramenta poderosíssima, pois pode se realizar uma série de tarefas simultaneamente integradas, que antes eram feitas isoladamente, sem qualquer informação conjunta. Segundo PAPAPOULOS (2014) o BIM pode ser definido como sendo um:

“Conjunto de políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar um empreendimento e armazenar todas as informações envolvidas em formato digital ao longo do ciclo de vida de uma edificação.” (PAPAPOULOS, Nicolas Alexandros 2014, pag. 21)

Outras características do BIM é a oportunidade de poder realizar alterações em tempo real para todos os envolvidos no projeto, ou seja, quando existe a necessidade de se propor alguma alteração em alguma parte do projeto, seja por observação de algum erro ou por mudança da idéia original, qualquer envolvido no projeto, que vai desde o projetista até aquele envolvido na manutenção poderá realizar as devidas alterações em tempo real, onde todo o pessoal envolvido no projeto observará as mudanças realizadas instantaneamente.

Uma ideia errada que geralmente as pessoas tem é de associarem os projetos tradicionais como sendo mais rápidos de serem implementados, enquanto o projeto da plataforma BIM é mais demorado, devido a necessidade da implementação de muitas informações iniciais. Isso é uma verdade, mas o que essas pessoas não levam em consideração em suas análises primárias é que após este período de implementação existe o momento de realizar buscas repetitivas de informações, inclusive ao longo de muito tempo, ou seja, informações que serão resgatas levando-se em consideração todo o ciclo de vida do sistema.

É notório as diferenças encontradas entre a plataforma BIM e os demais softwares de CAD convencionais, haja vista, as várias ferramentas e conceitos embutidos nesta plataforma que vai desde o conceito de parametrização comentado neste trabalho, até o uso de plataformas absorvidas como softwares de gerenciamento de projeto e de comunicações, sendo este muito

importante para preservar o princípio de continuidade de informações passadas de um sistema para outro.

Dentro do contexto brasileiro o uso desta plataforma ainda é muito pequeno, pois necessita-se de se haver um “amadurecimento” da ideia de se implantar essa plataforma dentro do contexto da organização ou até mesmo do profissional migrar para uma nova ferramenta, obviamente, tudo isto acontece devido ao desconhecimento sobre a plataforma.

Contudo a migração para uma nova plataforma não necessariamente deva ocorrer de forma abrupta, mas pode ser implementada gradualmente assumindo uma mentalidade de criação de uma doutrina na organização. Para isso é necessário que se invista em quatro dimensões importantes, porque sem elas é quase impossível a implementação dessa nova plataforma que são: a tecnologia; recursos financeiros; procedimentos e principalmente precisará de pessoas.

Existem uma série de motivos que determinam o uso do BIM dentro do contexto da gestão da manutenção na Marinha do Brasil, dentre eles destacam-se a demanda por produtividade e rentabilidade, e desta forma garantiria que mais meios navais fossem amparados pelo setor de manutenção.

Também ofereceria maior produtividade e efetividade na concepção e no planejamento, como já foi comentado anteriormente, haveria uma comunicação contínua entre os participantes do sistema de manutenção na MB, principalmente, entre os usuários militares à bordo dos navios e a gerência de manutenção, permitindo o acesso aos bancos de dados a todos os envolvidos, viabilizando a colaboração e o compartilhamento de informações referentes a manutenções realizadas ao longo do tempo, prazos das manutenções, pedidos de serviço, pedidos de sobressalentes e etc.

Além disso, o BIM por ser uma plataforma digital altamente flexível, possibilitaria a criação de simulações de várias situações, oferecendo um leque de opções de decisões ao pessoal da manutenção, adequando-se às suas necessidades. Segundo LEUSIN 2018 o uso da ferramenta BIM aumenta a produtividade entre 25 e 50%, oferece maior rentabilidade, reduz prazos em 25% e reduz as revisões (retrabalho) em até 90%.

Além desta parte introdutória sobre o BIM, a seguir serão descritas algumas funcionalidades básicas da plataforma, além de ferramentas mais comuns que a caracteriza:

5.1 Parametrização dos Componentes

Como foi descrito anteriormente sobre esse assunto, nos vários projetos de engenharia existe a intercomunicação entre os vários elementos que compõem um sistema, essa comunicação é que faz com que o projeto tenha sentido, uma vez que é necessário. Projetados esses elementos, caso haja posterior alteração, a interdependência definida pode impedir a posterior alteração, caso tenha necessidade, pois existe uma “amarração” entre esses componentes.

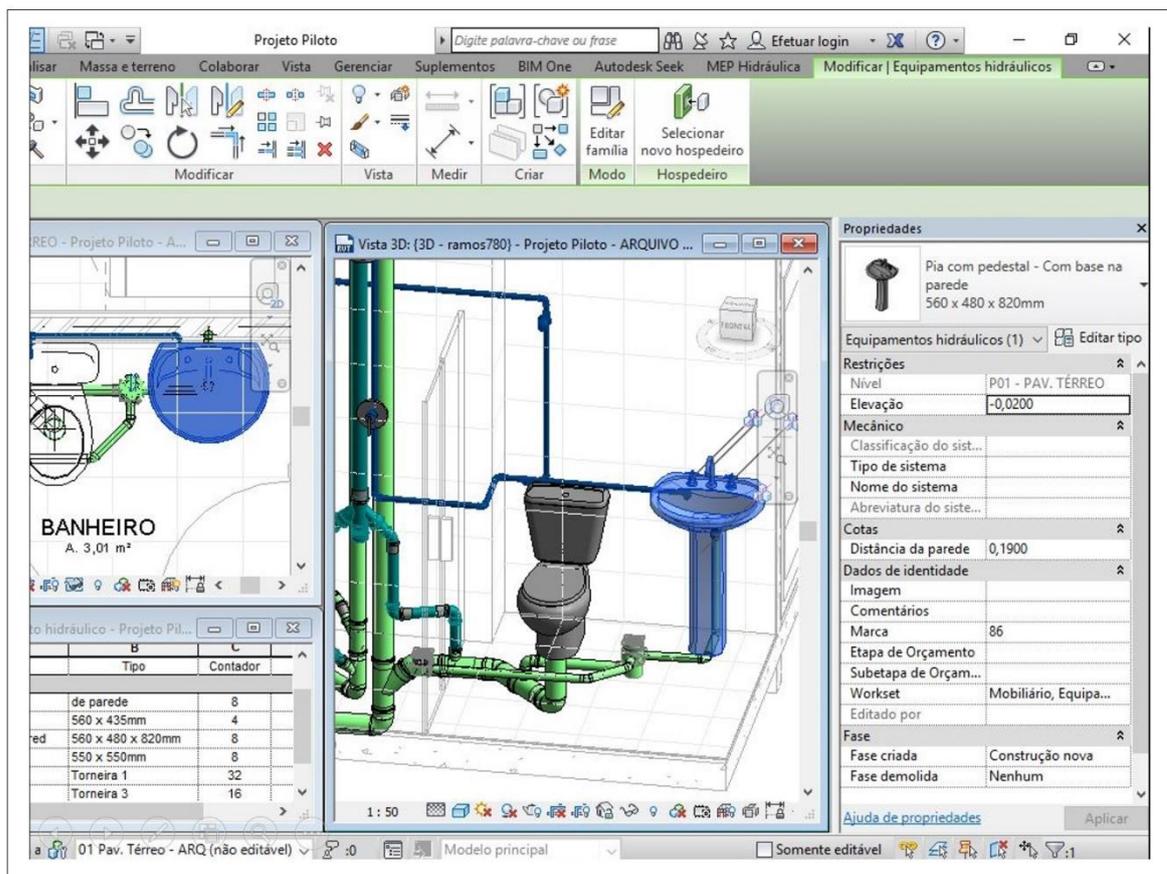


Figura 08: Elementos parametrizados de uma pia. Fonte: Cortesia MSc Eliabe Ricarte.

Como pode-se observar na figura anterior, em um projeto de construção existe na fase de finalização do projeto a disposição de elementos básicos como pia e vaso sanitário do banheiro. Devido a necessidades do projeto, podem existir situações de inevitabilidade de mudança destes dispositivos, mas para que isso ocorra, existe a comunicação das tubulações de fornecimento de água e de águas de reuso associadas, que podem inviabilizar essa mudança. Graças a plataforma BIM, através do recurso de parametrização, ela indica se é possível ou não

a mudança destes dispositivos para um novo local fazendo os desvios necessários caso tenham obstáculos.

Ao mesmo tempo, graças a característica de parametrização da plataforma BIM, é possível acessar as características dos vários elementos que compõem um sistema através das ferramentas de CAD orientado ao objeto. As várias características dos objetos são elencadas por PAPAPOULOS (2014), como por exemplo, tipos de objetos podendo ser vigas, colunas, paredes, lajes e ao mesmo tempo pode-se acessar as propriedades do material desses objetos como elasticidade, tensão de escoamento, densidade, bem como os propósitos de cada objeto. Em um contexto naval poderia ser uma tubulação de água doce, salgada, dutos de óleo-combustível e dutos de ventilação e extração.

5.2 Clash Detection

De acordo com o que foi comentado na parametrização, existe a comunicação entre os vários elementos de um projeto, mas muitas das vezes ao se projetar um elemento comunicante com outro, pode ocorrer inconsistências que podem inviabilizar a determinação desse elemento. Caso isso ocorra, a plataforma BIM através do recurso chamado Clash Detection pode indicar a possível inconsistência e também apontar exatamente o local do problema através do CAD orientado ao objeto como pode ser visto nas figuras 03 e 04.

Como pode ser visto na figura 03, ao se projetar uma viga, acabou por interceptar uma outra previamente definida causando inconsistência. Este é mais um exemplo de como a plataforma BIM é de grande valia, pois se não apontasse esse erro, somente seria observado muito tempo depois, acarretando em prejuízo de tempo ao projeto.

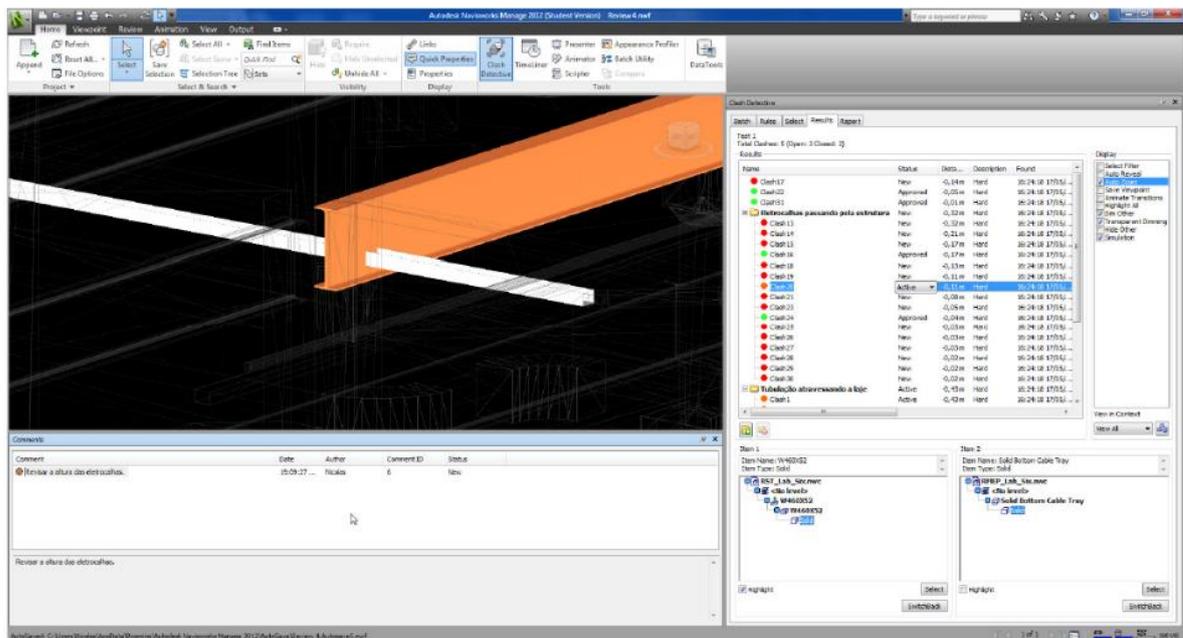


Figura 09: Clash Detection. Fonte: PAPAPOULOS, Nicolas Alexandros (2014).

Da mesma forma como pode-se observar na figura 04 uma janela não pode ficar sem uma parede para sustentá-la, segundo o módulo arquitetura do software Revit 2020 Student.

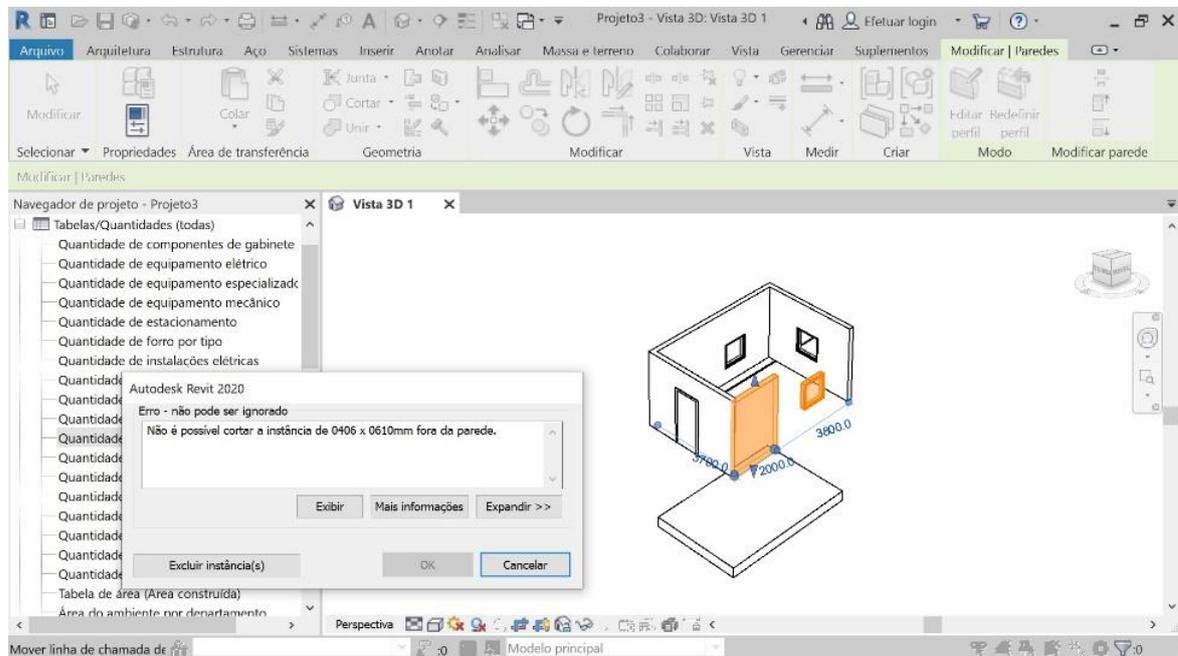


Figura 10: A parede é diminuída de seu comprimento, mas a janela não pode ficar fora da parede. Fonte: Revit Student.

Obviamente fazendo uma correlação com um contexto naval, tanto no projeto de construção de um navio, quanto no uso de suas informações, posteriormente, para os serviços de manutenção, havendo um cruzamento de tipos de sistemas diferentes, essa ferramenta possibilitaria a identificação de um possível conflito de informações, como o cruzamento de uma tubulação de água salgada com uma tubulação de óleo combustível.

5.3 Interoperabilidade entre os envolvidos

Um assunto muito importante no ciclo de vida de um projeto é o compartilhamento de informações entre as várias fases com a menor perda possível dessas informações. Com o uso do BIM, a facilidade de comunicação entre todos os envolvidos no projeto acaba por definir a quantidade de informações que serão preservadas inclusive para o futuro.

Para que se tenha a facilidade de comunicação entre as várias ferramentas que compõem um projeto, que vai desde um gerenciador de projeto como o MS Project da Microsoft até uma ferramenta CAD, é necessário que a linguagem entre eles tenha o mesmo suporte. Por isso, hoje em dia, os vários módulos que compõem a plataforma BIM são regidos por um padrão

internacional de formatação para que facilite a comunicação entre esses módulos. Segundo o PAPAPOULOS (2014) a AEC propôs um formato único chamado IFC com o objetivo exatamente de unificar os programas em uma única plataforma.

5.4 COBie (Construction Operations Building Informat Exchange)

O COBie é um padrão de organização utilizado para estruturar as várias informações associadas ao sistema ou projeto em questão, que no contexto deste trabalho refere-se a gestão de manutenção na MB, e existem três questionamentos básicos aos quais este padrão deve atender, que são: Quais são os espaços ou compartimentos e equipamentos existentes no navio? Onde o responsável pela manutenção deve acessá-los? Como os equipamentos devem ser operados e mantidos?

Dessa forma através desse padrão de organização garante-se que todo o navio seja conhecido e contemplado pela manutenção, o que é muito desejável, haja vista, a complexidade dos meios navais ser bastante grande, com todos os seus sistemas e componentes, e mantê-los organizados em um projeto de manutenção é primordial para garantir a continuidade dos serviços.

5.5 Dimensões do BIM

As dimensões a que se refere este ponto estão associadas a “expansões” que a plataforma adquiriu com o tempo, pelas quais a ferramenta se caracterizou historicamente e se destacou atualmente em relação à ferramenta tradicional CAD.

Cada dimensão possui características próprias e são muito bem definidas, a primeira está também abrangida pelas plataformas CAD tradicionais, mas à partir da terceira dimensão já começa a se diferenciar a plataforma BIM por inserir o conceito de modelo de construção virtual. Cada dimensão será comentada a seguir:

5.5.1 BIM 2D

Aparentemente esta ferramenta pode ter se tornado obsoleta devido a revolução dos softwares de criação de modelos virtuais, mas não é bem assim, pois os elementos básicos como pontos e linhas continuam a ser importantes nesse momento.

Esses fatores aos quais ainda são utilizados são os mais variados, como a questão de modelar objetos que requeiram mais precisão, como a utilização para se ter uma noção espacial na fase de pré-concepção de um projeto, como também a utilização de representação de medidas que são mais adequadas em um vista em duas dimensões.

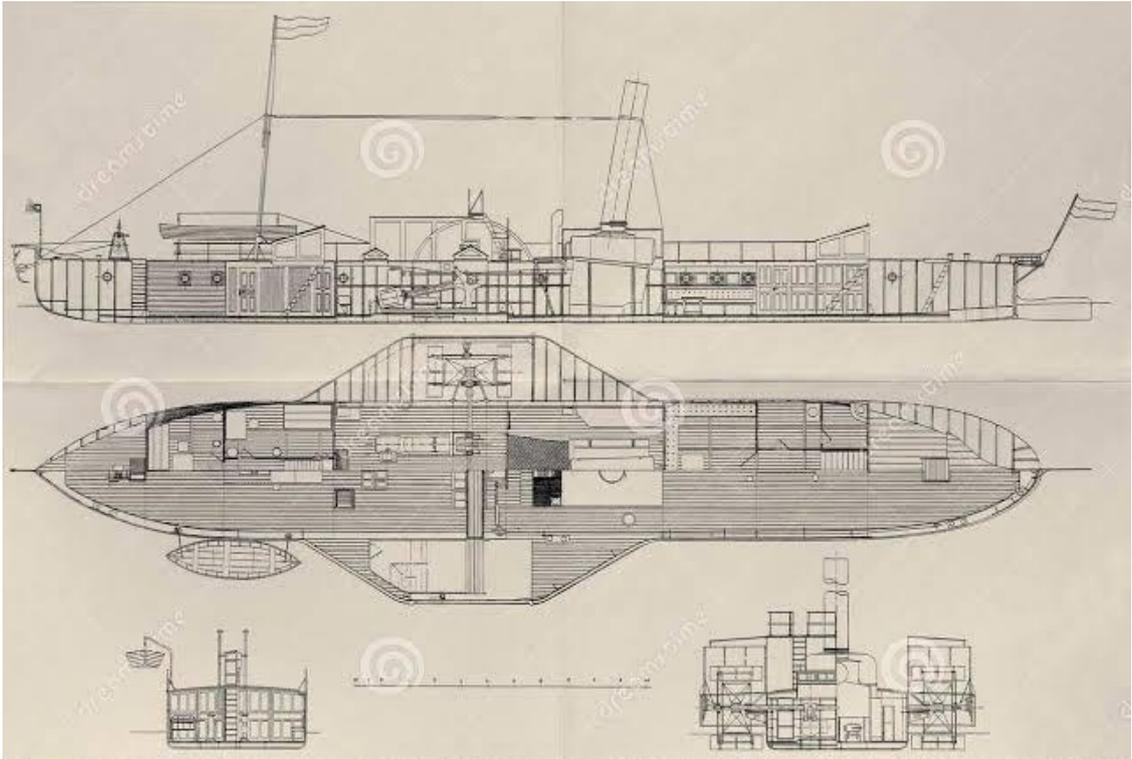


Figura 11: Planta de um Navio. Fonte: Internet.

Além do mais, existem outras áreas da engenharia que necessitam do plano bidimensional para a elaboração de seus projetos, como é o caso da Cartografia. De qualquer forma, seja em uma área ou outra, as informações em duas dimensões não tem data para serem extinguidas.

5.5.2 BIM 3D

Esta dimensão é a mais intuitiva de todas, pois denota um “Modelo de Construção Virtual” como pode ser observado em vários tipos de softwares, inclusive pode ser construído em softwares de CAD convencionais.

Mas no contexto da plataforma BIM essa “construção” é realizada de uma maneira mais automatizada, que pode ser à partir do modelo 2D e juntamente com o poder de parametrização, pode-se construir o modelo virtual inserindo valores de “altura”, como pode ser observado no software Revit da AutoDesk:

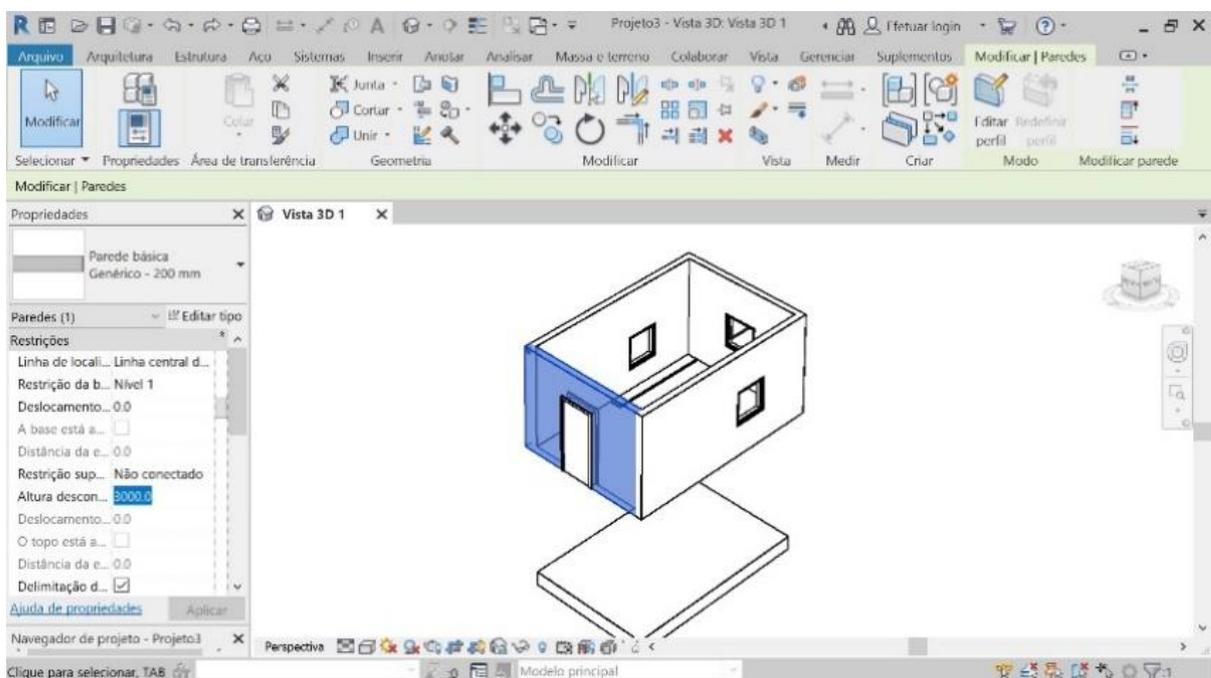


Figura 12: Modelo Virtual 3D criado através de um modelo 2D inserindo o parâmetro altura. Fonte: Revit Student 2020.

Segundo KENSEK (2014), através desse modelo virtual pode-se obter vários produtos à partir dele, como por exemplo renderizações, detecção de conflitos e verificação de códigos.

Os modelos virtuais podem ter uma variedade de propósitos que podem ser desde oferecer informações que não requeiram muita precisão, como é o caso de designers, quanto também pode ser utilizado para oferecer informações mais precisas e parametrizadas, oferecendo localização de possíveis falhas de planejamento dos serviços de manutenção.

5.5.3 BIM 4D

Esta dimensão do BIM corresponde a ideia de tempo dentro do modelo virtual de construção, sendo que pode ser dividida entre sequenciação e construção de animações.

A construção de animações nada mais do que é imagens renderizadas do modelo 3D que pode ser, por exemplo, o caminhamento da luz do Sol ou também pode ser a simulação de um “passeio” dentro do Modelo 3D (*walkthrough*).

A sequenciação é a montagem de uma série de tomadas de imagens as quais são agrupadas em uma linha de tempo como, por exemplo, as fases de construção de um edifício em que cada momento da construção é obtida uma imagem renderizada na qual pode-se indicar o momento de cada fase.

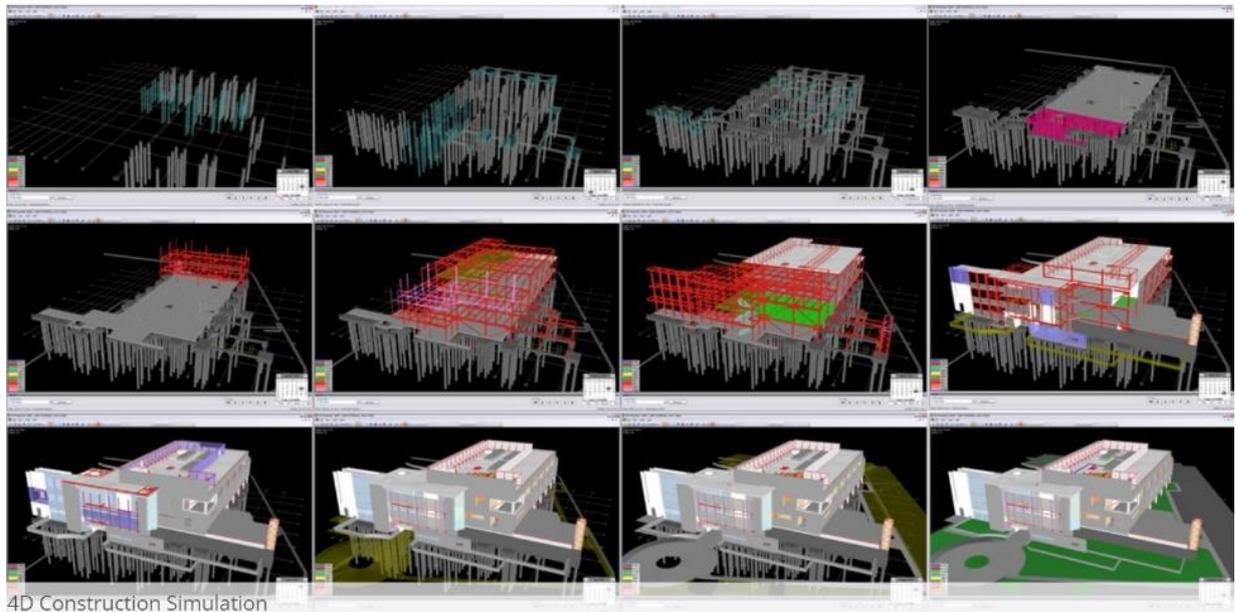


Figura 13: Fases de Construção renderizadas e em sequencia. Fonte: Internet.

5.5.4 BIM 5D

A quinta dimensão da plataforma do BIM está relacionada aos custos associados ao projeto. É do conhecimento que a complexidade de um projeto está associada aos inúmeros itens que compõem o projeto e desta forma o acompanhamento é primordial para se ter estimativas de quanto o projeto está em relação aos custos de seus itens.

Segundo KENSEK 2014, com as plataformas de Build Information Modeling que existem no mercado, é possível realizar esse acompanhamento. Geralmente as plataformas permitem a inserção de planilhas de custos elaboradas de outros softwares e que podem ser inseridas no programa de BIM, ou ainda existem softwares que permitem a criação de planilhas no mesmo momento da criação dos elementos de projeto.

The screenshot displays the Revit Student 2020 interface. On the right, a 3D perspective view of a simple rectangular building with a door and two windows is shown. On the left, the 'Navegador' (Navigator) pane is open, showing a tree view with 'Tabelas' (Tables) expanded. Three tables are visible:

- Quantidade de janelas** (Quantity of windows): A table with columns for description, type, length, and cost. A row is highlighted with a red box, showing a window with a cost of 43.000,00.
- Quantidade de parede por montagem** (Quantity of wall by assembly): A table with columns for assembly type, description, wall type, length, and area. Two rows are visible, showing wall areas of 111 m² and 110 m².
- Quantidade de portas** (Quantity of doors): A table with columns for assembly type, description, type, length, height, and thickness. A row is highlighted, showing a door with a length of 2134 mm and a height of 2134 mm.

The bottom status bar shows 'Modelo principal' and a zoom level of 50%.

Figura 14: Mostra o Modelo de Construção Virtual associado a planilhas com descrições das janelas, porta e paredes. Fonte: Revit Student 2020.

5.5.5 BIM 6D e 7D

Estas dimensões tratam sobre o gerenciamento do ciclo de vida do projeto, segundo KENSEK 2014. No momento existem uma série de ferramentas no mercado chamadas de FM (*Facilities Management*) que ajudam os gerentes de projeto no acompanhamento das atividades que compõem as várias etapas do empreendimento, como por exemplo o MS Project, que é uma ferramenta que auxilia o gerente na administração do tempo, custos e duração das atividades, dando uma visão macro do empreendimento através do gráfico de Gantt que a ferramenta oferece.

5.6 Níveis de Desenvolvimento (LODs)

Este tipo de assunto está associado à nível de desenvolvimento do autor de softwares de plataformas BIM, mas devido à necessidade do usuário conhecer o tipo de entregável que ele precisa, é muito importante que ele entenda também os níveis de desenvolvimento que existem para que ele saiba que tipo de plataforma ele deve adquirir no mercado.

Segundo CBIC (2016), os níveis de desenvolvimento que hoje são conhecidos eram, anteriormente, chamados de níveis de detalhamento (*detail*), por estarem associados aos níveis de detalhes que os objetos tinham, mas com o tempo houve-se a mudança da palavra para desenvolvimento (*development*), pois entendeu-se que não somente deve-se priorizar a precisão dos detalhes, mas também a confiabilidade das informações associadas aos elementos representados. A palavra LOD atualmente é chamada de *Level of Development*.

Sabe-se que para o desenvolvimento de um software, durante sua criação é necessário transformar as idéias do autor, que são idéias conceituais para o mundo que o usuário possa utilizar, através dos comandos desenvolvidos no software. Mas nem todo o conhecimento que o autor cria o usuário posteriormente tenha o mesmo nível de conhecimento.

Para isso foi criado os LODs, para que o usuário tenha conhecimento suficiente do que exatamente o autor do software quis com a elaboração da plataforma, extraindo o mais fielmente possível as informações que ela oferece e ao mesmo tempo garantindo os níveis de confiabilidade dessas informações.

Para que possamos entender um pouco melhor sobre esses LODs, a seguir serão comentados os cinco principais utilizados pela AIA (*American Institute of Architects*) aos quais são explicados os principais usos autorizados por esses níveis.

5.6.1 LOD 100

Este nível de desenvolvimento está associado ao projeto conceitual, ou seja, somente é representado as massas totais de um empreendimento, o que significa dizer que não tem precisão nas informações, mas pode ser empregado para tipos de projetos mais genéricos.

Pode ser utilizado para se realizar análises de volume total do empreendimento, oferecendo orientações dos objetos e pode se fazer estimativas de custos por metro quadrado, além do mais pode ser uma ferramenta utilizada para realizar planejamento das fases do projeto e duração total.

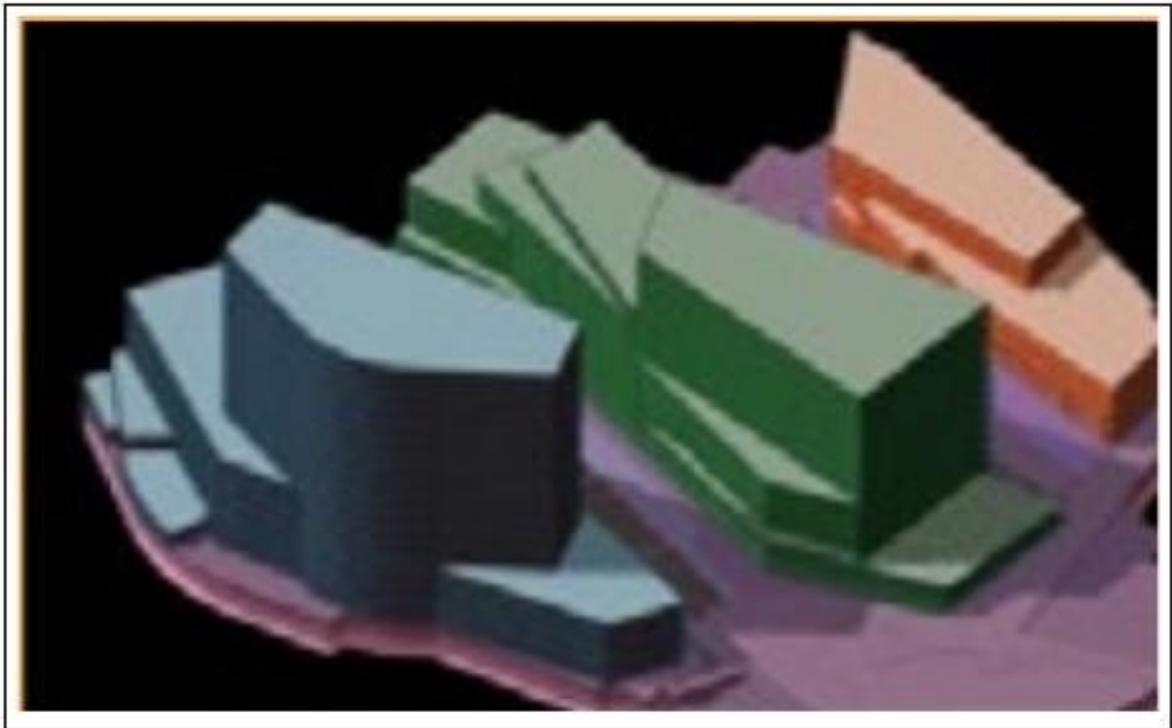


Figura 15: Representações de edificações em LOD 100. Fonte: CBIC (2016).

5.6.2 LOD 200

Este nível de desenvolvimento está associado ao uso em projetos esquemáticos, ou seja, o modelo utilizado neste nível representa sistemas genéricos representando quantidades aproximadas, tamanhos, forma, localização e orientação dos objetos. Possui mais precisão que o anterior.

Com isso é possível realizar estimativas de custos através da representação dos volumes e quantidades dos objetos representados, além do mais pode-se realizar o planejamento de um projeto definindo a ordem das fases de construção, aparência dos elementos e oferecendo também escala de tempo.

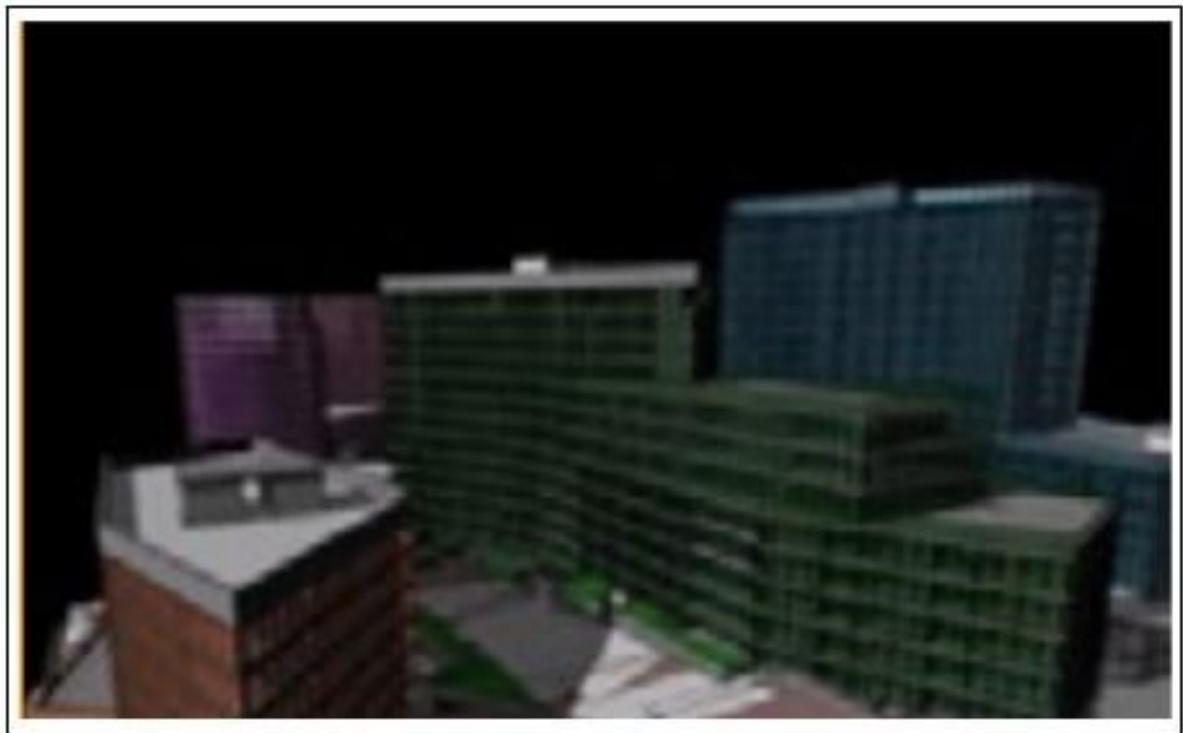


Figura 16: Representação de edificações em LOD 200. Fonte: CBIC (2016).

5.6.3 LOD 300

Neste nível os elementos são representados de modo mais preciso no que se refere a quantidade, tamanhos, forma, localização e orientação em relação aos níveis anteriores.

Já a partir deste nível pode-se inserir informações descritivas associadas aos objetos, o que ajuda a realizar análises detalhadas dos sistemas, além do mais, assim como nos níveis anteriores pode-se realizar estimativas de custos e planejamento, realizando ordenação das fases de construção e aparência dos elementos.

Este nível de desenvolvimento é muito utilizado para a confecção de documentos muito comuns utilizados nos processos de contratação de empreendimentos e construção.



Figura 17: Representações de edificações em LOD 300. Fonte: CBIC (2016).

5.6.4 LOD 400

Os elementos deste nível de desenvolvimento representam os objetos de modo preciso em relação a quantidade, tamanho, forma, localização e orientação dos objetos, além disso, como novo nível de desenvolvimento anterior é possível inserir informações descritivas associando aos objetos representados.

Esse nível de desenvolvimento pode ser utilizado para a construção, onde os elementos que representam os objetos são representações virtuais, com isso pode-se realizar análises de desempenho do empreendimento. Ainda pode-se realizar estimativas de custos através do modelo e também pode-se realizar o planejamento do empreendimento determinando as ordens das fases de construção, aparência dos elementos e métodos de sistemas construtivos

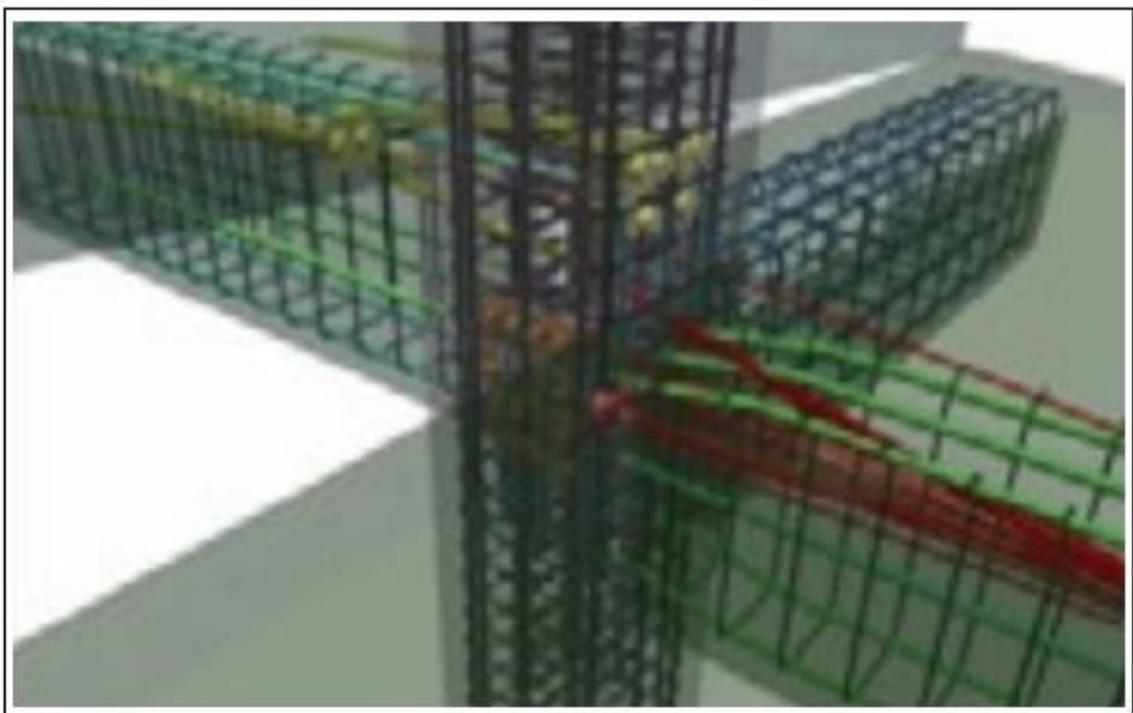


Figura 18: Representação de sistemas internos de edificações. Fonte: CBIC (2016).

5.6.5 LOD 500

Este nível de desenvolvimento nada mais do que é o equivalente ao “As-Built” de um empreendimento, ou seja, informações que requeiram mais precisão são verificadas in loco no próprio empreendimento. Geralmente este nível de desenvolvimento é muito utilizado para operação dos empreendimentos ou para o uso em projetos de manutenção.

De antemão, podemos dizer como foco deste trabalho que caso seja de interesse da organização da Marinha do Brasil a adoção da plataforma BIM para melhoria e flexibilidade dos seus projetos de manutenção, recomenda-se a aquisição a nível de desenvolvimento LOD 500, pois oferece mais precisão e confiabilidade nas informações.



Figura 19: Informações “In Loco” nível de LOD 500. Fonte: CBIC (2016).

6 CONCLUSÃO

Contudo o que foi visto até aqui, verificando como as condições financeiras que o país se encontra não ajudam a Marinha a adquirir novos meios e nem poder executar de maneira plena os serviços de manutenção dos seus navios.

Sabe-se o quão são importantes que se mantenham as boas práticas de manutenção nos navios para que a Marinha possa efetivamente cumprir suas diversas missões, e para que isso se cumpra foram estudados os desafios que a MB encontra para aplicar essas boas práticas de manutenção juntamente com a logística que a organização possui.

Em relação aos desafios mencionados anteriormente, foi visto o quanto uma gestão de projeto tradicional acaba sendo uma forma de gerir projetos que a MB adota não tendo muita efetividade nos resultados, haja vista, é observado dificuldades na coordenação e em muita das vezes não sistematizados e não oferecendo subsídios com manuais do projeto adquirido.

Além do mais, neste tipo de modelo de gestão tradicional observa-se que existem muitas perdas de informações durante o ciclo de vida do projeto o que acaba por dificultar a efetividade dos serviços da manutenção nos navios, pois ao invés de se ter informações previamente, o setor é obrigado a ter que descobrir informações que já deveriam estar disponibilizadas com facilidade e dessa forma gera atrasos na efetivação dos serviços.

Por isso ao se estudar os desafios que a gestão de manutenção na Marinha encontra para integrar com sua própria logística, o estudo da plataforma BIM foi essencial para poder permitir uma melhor integração entre o setor e o Apoio Logístico Integrado e minha proposta é exatamente essa, que se desenvolva o uso desta plataforma no âmbito da Marinha do Brasil.

E para que isso ocorra sugere-se a criação de um grupo BIM na Marinha, investindo em capacitação do pessoal em cursos nesta área, além disso uma outra sugestão é que o setor de manutenção da organização seja membro atuante nas reuniões de tomadas de decisão nos desenvolvimentos de projetos tanto na aquisição de um novo meio ou na concepção de um projeto, para que todas as peculiaridades relativas ao setor de manutenção sejam levados em consideração desde o início.

Não somente o setor de manutenção da Marinha, mas também a equipe do Apoio Logístico Integrado na participação das reuniões conjuntamente com as opiniões do setor de manutenção tendem a diminuir as dificuldades de comunicação entre estes dois setores que são fundamentais para a execução das manutenções à bordo dos navios, diminuindo o tempo de entrega de equipamentos e sobressalentes.

REFERÊNCIAS

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Fundamentos BIM: Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Brasília, 2016. 120p.

DE OLIVEIRA, Rafael Gonçalves. **Estudo para a Implantação de um Sistema de Gestão de Manutenção Industrial para uma Indústria de Alimentos**. In _____. Itatiba, Universidade São Francisco, 2010.

Gerenciamento de Projetos, GEMPAR – Planejamento Estratégico 2010-2018 – Ministério Público do Paraná, 2018.

KARDEC, Alan. NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª ed. Editora Qualitymark, Rio de Janeiro, 2009. 384p. ISBN 9788573038989.

MARINHA DO BRASIL. DGMM-0130, 2013. **Manual do Apoio Logístico Integrado**. Diretoria Geral de Material da Marinha, Rio de Janeiro, 2013.

MARINHA DO BRASIL. EMA-400, 2003. **Manual de Logística da Marinha**. 2ª Revisão. Estado Maior da Armada, Rio de Janeiro, 2003. Cap. 6.

OPUS Sistema Unificado do Processo de Obras. Disponível em: <dom.eb.mil.br>. Acesso em 12Mar2020.

PAPAPOULOS, Nicolas Alexandros. **Avaliação da Ferramenta BIM através da Modelagem Paramétrica 3D de um Projeto Convencional**. In _____. Rio de Janeiro, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2014.

KENSEK, Karen M. **Building Information Modeling: BIM: fundamentos e aplicações**. 1ª ed. Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2018. 24cm. ISBN 978-85-352-6704-4