

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil

FERNANDA LOUIZE MONTEIRO BROCARDI

O USO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO 4D (BIM 4D) EM
PROJETOS DE OBRAS MILITARES

CURITIBA
2017

FERNANDA LOUIZE MONTEIRO BROCARDO

O USO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO 4D (BIM 4D) EM
PROJETOS DE OBRAS MILITARES

Projeto de pesquisa apresentado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Construção Civil, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Professor Dr. Sérgio Scheer

CURITIBA

2017

Brocardo, Fernanda Louize Monteiro
O uso da Modelagem da Informação da Construção 4D (BIM 4D) em
projetos de obras militares UFPR / Fernanda Louize Monteiro
Brocardo. – Curitiba, 2017.
99 f.: il.; grafs., tabs.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de
Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Construção Civil.
Orientador: Sergio Scheer
1. Gestão da construção civil. 2. Tecnologia da Informação e
Comunicação. 3. Modelagem da Informação da Construção. I.
Scheer, Sergio. II. Título.

CDD

TERMO DE APROVAÇÃO

FERNANDA LOUIZE MONTEIRO BROCARDO

O USO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO 4D (BIM 4D) EM PROJETOS DE OBRAS MILITARES

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Construção Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil – PPGECC, Área de Concentração: Gestão da Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, 26 de abril de 2017, na cidade de Curitiba, para a seguinte banca examinadora:

Orientador: _____

Prof. Dr. Sergio Scheer

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil - UFPR

Examinadores: _____

Prof. Dra. Adriana de Paula Lacerda Santos

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil - UFPR

Prof. Dr. Paulo César Pellanda

Programa Pós-Graduação em Engenharia de Defesa – IME

Curitiba, 26 de abril de 2017

Agradeço

primeiramente a Deus e a toda minha família;

ao meu marido Willyan Osti Fernandes, pelo apoio e
paciência ao longo destes anos de trabalho;

ao Coronel Ribeiro e à equipe da CRO 5 pelo
incentivo e colaboração;

ao professor Sérgio Scheer pela assistência e
conhecimentos transmitidos;

a todos vocês meus sinceros agradecimentos.

“Insanidade é repetir as coisas sempre do mesmo jeito e esperar por resultados diferentes.”

Albert Einstein

RESUMO

A Modelagem da Informação da Construção (BIM), entendida com um processo, proporciona um ambiente mais colaborativo no setor da construção civil. O Brasil vive um momento de transição da utilização dos processos de CAD para o BIM. Por outro lado, o Exército Brasileiro (EB) há mais de uma década vem envidando esforços para uma adequada utilização do BIM nos projetos militares. Contudo, ainda existe um longo caminho para que todas as possibilidades sejam aplicadas, principalmente devido à complexidade destes processos na construção civil. Esta pesquisa trata do uso do BIM para o planejamento em projetos de obras militares, e pretende demonstrar por meio de quatro estudos empíricos como ocorre o uso da modelagem 4D. O método escolhido foi o *Design Science Research* (DSR), os dados foram coletados de projetos e obras militares sob responsabilidade da Comissão Regional de Obras 5 (CRO 5). Assim como em outras empresas brasileiras, o estágio atual do BIM na CRO 5 é de transição de tecnologias, avanços e mudanças de processos serão necessários para sua ampla utilização. Os principais resultados obtidos foram que o modelo BIM 4D melhora a visualização dos projetos para compatibilização e acompanhamento da obra; aproxima as equipes da CRO 5; aumenta o diálogo com a empresa contratada e antecipa os conflitos da execução dos projetos desenvolvidos. Foram elaboradas recomendações para o uso do BIM 4D nos projetos e planejamento de obras militares. Ainda, espera-se que ocorra um maior detalhamento dos cronogramas produzidos para controle das obras junto com os modelos 4D; maior integração da equipe de fiscalização com as empresas contratadas para execução das obras; e, o carregamento das informações obtidas com a utilização dos modelos 4D no Sistema Unificado do Processo de Obras (OPUS), assim ampliando a base de dados para controle de obras do EB.

Palavras chave: Modelagem da Informação da Construção, Simulação 4D, Planejamento, Gestão de projetos, Exército Brasileiro.

ABSTRACT

Building information modeling (BIM), understood as a process, provides a collaborative environment in the construction sector. Brazil is experiencing a moment of transition from use of CAD to BIM processes. On the other hand, the Brazilian army, for more than a decade, has been making efforts to properly use BIM in military projects. There is still a long way to ensure that all possibilities are implemented, mainly due to the complexity of these processes in construction. This research deals with the use of BIM for planning in military works projects, and intends to demonstrate through empirical studies how the use of 4D modeling occurs during the development of these projects and constructions. The method chosen was the Design Science Research (DSR), as it seeks to solve real-world problems and, at the same time, conduct a scientific contribution of prescriptive character. The data were collected from military projects and works on responsibility of Comissão Regional de Obras 5 (CRO 5), which operates in the states of Paraná and Santa Catarina. As well as in other Brazilian companies, the current stage of BIM in CRO 5 is transition of technologies, advancements and changes in processes will be needed for its wide use. The main results obtained were that the 4D model improves the visualization of projects for making and monitoring construction; approaching teams of CRO 5; increases the dialogue with the contractor and anticipate conflicts of the execution. Still expected to occur a greater detailing of the schedules produced for control of works along with the 4D models; greater integration of manager team with the contractors to carry out the construction; the loading of information obtained with the use of 4D models in the Sistema Unificado do Processo de Obras (OPUS), thus expanding the database to control the constructions of Brazilian Army.

Keywords: Building Information Modeling, 4D Simulation, Planning, Project Management, Brazilian Army.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Síntese dos conceitos e fundamentos da science research.	19
Figura 2 – Etapas da pesquisa.	21
Figura 3 – Estrutura do protocolo de entrevistas com a CRO 5.	23
Figura 4 – Estrutura do protocolo de entrevistas com as empresas.	24
Figura 5 – Fontes de evidências.	25
Figura 6 – Quantidade de referências por ano de publicação.	27
Figura 7 – Estágios de adoção dos sistemas BIM.	31
Figura 8 – Monitoramento das Obras no Exército Brasileiro.	36
Figura 9 – Sistema OPUS: Infraestrutura georreferenciada.	37
Figura 10 – Gestão de Projetos do EB.	38
Figura 11 – Estrutura Organizacional.	40
Figura 12 – Principais Obras concluídas.	42
Figura 13 – Obras do 5º RCC com Etiqueta A do PBE Edifica.	44
Figura 14 – Exemplo da Infraestrutura do PDOM no Revit.	46
Figura 15 – Exemplo da Infraestrutura do PDOM no Infracore.	46
Figura 16 – Exemplo da Infraestrutura do PDOM no civil 3d.	47
Figura 17 – Exemplo de levantamento do PDOM em nuvem de pontos.	47
Figura 18 – Relatório de acompanhamento – obras no prazo.	51
Figura 19 – Relatório de acompanhamento – obra atrasada.	52
Figura 20 – Acompanhamento das obras no OPUs.	53
Figura 21 – Planejamento estratégico no OPUs.	53
Figura 22 – Planta Baixa extraída do Revit - Pavilhão Comando AD/5.	56
Figura 23 – Projeto elétrico modelado com o Revit MEP.	57
Figura 24 – Modelo BIM 4D no Navisworks.	58
Figura 25 – Perspectiva Vila Militar 27º Blog.	60
Figura 26 – Projetos Arquitetônico e Estrutural modelados com o Revit.	61
Figura 27 – Perspectivas Centro de Comando e Controle Fixo do 34º BI Mec.	63
Figura 28 – Local de implantação do Centro de Comando e Controle Fixo.	65
Figura 29 – Perspectiva do 11º Centro de Telemática e COp DA 5ª DE.	67
Figura 30 – Implantação extraída do Revit.	68
Figura 31 – Estudos de lançamentos estruturais em concreto moldado in loco e pré-fabricado – Modelos recebidos em IFC.	69
Figura 32 – Processo de Projeto nos Estudos Empíricos 1 e 2.	73
Figura 33 – Processo de Projeto no Estudo Empírico 3.	74
Figura 34 – Processo de Projeto no Estudo Empírico 4.	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fases e Etapas - RBS <i>Roadmap</i>	20
Quadro 2 – Testes de Validade.....	22
Quadro 3 – Benefícios da utilização do BIM 4D.....	34
Quadro 4 – Dificuldades da utilização do BIM 4D.....	35
Quadro 5 – Ferramentas e sistemas utilizados pela CRO 5.....	45
Quadro 6 – Componentes do Planejamento das Obras da CRO 5.....	50
Quadro 7 – Descrição dos estudos empíricos.....	55
Quadro 8 – Conclusões gerais do uso do BIM 4D – Estudo empírico 1.....	59
Quadro 9 – Conclusões gerais do uso do BIM 4D – Estudo empírico 2.....	62
Quadro 10 – Conclusões gerais do uso do BIM 4D – Estudo empírico 3.....	66
Quadro 11 – Conclusões gerais do uso do BIM 4D – Estudo empírico 4.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Palavras-chave, base de dados, filtros e pesquisas encontradas.....	26
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AD/5	Artilharia Divisionária 5
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
B Log	Batalhão Logístico
BI Mec	Batalhão de Infantaria Mecanizado
CCCF	Centro de Comando e Controle Fixo
COp	Centro de Operações
CRO 5	Comissão Regional de Obras 5
DEC	Diretoria de Engenharia e Construção
DOM	Diretoria de Obras Militares
DSR	<i>Design Science Research</i>
EB	Exército Brasileiro
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ILM	<i>Infrastructure Lifecycle Management</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
OM	Organização Militar
OPUS	Sistema Unificado do Processo de Obras
PNR	Próprio Nacional Residencial
PDOM	Plano Diretor da Organização Militar
RM	Região Militar
RSB	Revisão Bibliográfica Sistemática
SOM	Sistema de Obras Militares
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 PROBLEMA.....	16
1.2 PRESSUPOSTOS.....	16
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.4 JUSTIFICATIVAS.....	17
2. MÉTODO DE PESQUISA.....	19
2.1 ETAPAS DA PESQUISA.....	21
2.2 TESTES DE VALIDADE.....	22
2.3 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS.....	22
2.3.1 <i>Organização da coleta de dados</i>	22
2.3.2 <i>Aplicação da entrevista piloto</i>	24
2.3.3 <i>Condução e coleta de dados</i>	25
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA.....	26
3.1 RESULTADOS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA.....	26
3.2 CONSTRUÇÃO CIVIL E NOVAS TECNOLOGIAS.....	27
3.3 SISTEMAS CAD-BIM.....	28
3.4 ESTÁGIOS DE ADOÇÃO.....	30
3.5 MODELOS BIM 4D.....	32
3.5.1 <i>Contextualização do uso de modelos BIM 4D</i>	32
3.5.2 <i>Métodos e ferramentas do BIM 4D</i>	33
3.5.3 <i>Benefícios e dificuldades do BIM 4D</i>	34
3.6 IMPLANTAÇÃO DO BIM NO EXÉRCITO BRASILEIRO.....	35
3.7 PROJETOS DE AQUARTELAMENTOS.....	38
4. DIAGNÓSTICO DO USO DE BIM NA CRO 5.....	40
4.1 EQUIPE TÉCNICA.....	40
4.2 SERVIÇOS E ATIVIDADES DESENVOLVIDOS.....	43
4.3 PROCESSOS ORGANIZACIONAIS.....	43
4.4 FERRAMENTAS E SISTEMAS.....	44
4.5 PROCESSOS DE TRABALHO UTILIZANDO O BIM.....	48
4.6 PROCEDIMENTOS PARA PLANEJAMENTO DE OBRAS.....	50
5. ESTUDOS EMPÍRICOS.....	54
5.1 ESTUDO EMPÍRICO 1 – PAVILHÃO COMANDO AD/5.....	55
5.1.1 <i>Dados da Empresa 1</i>	56
5.1.2 <i>Uso da Modelagem da Informação</i>	57

5.1.3	<i>Colaboração e interoperabilidade</i>	57
5.1.4	<i>Benefícios e dificuldades</i>	58
5.2	ESTUDO EMPÍRICO 2 – PNR DO 27º B LOG	59
5.2.1	<i>Dados da Empresa 2</i>	60
5.2.2	<i>Uso da Modelagem da Informação</i>	60
5.2.3	<i>Colaboração e interoperabilidade</i>	61
5.2.4	<i>Benefícios e dificuldades</i>	62
5.3	ESTUDO EMPÍRICO 3 – CENTRO DE COMANDO E CONTROLE FIXO DO 34º BI MEC	63
5.3.1	<i>Dados da Empresa 3</i>	63
5.3.2	<i>Uso da Modelagem da Informação</i>	64
5.3.3	<i>Colaboração e interoperabilidade</i>	65
5.3.4	<i>Benefícios e dificuldades</i>	65
5.4	ESTUDO EMPÍRICO 4 – 11º CENTRO DE TELEMÁTICA E CENTRO DE OPERAÇÕES DA 5ª DE – AVALIAÇÃO DO PROPOSTO	66
5.4.1	<i>Dados da Empresa 4</i>	67
5.4.2	<i>Uso da Modelagem da Informação</i>	68
5.4.3	<i>Colaboração e interoperabilidade</i>	68
5.4.4	<i>Benefícios e dificuldades</i>	69
6.	DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	71
6.1	GESTÃO DOS PROCESSOS	71
6.2	USO DAS TECNOLOGIAS	72
6.3	COLABORAÇÃO ENTRE EQUIPES	72
6.4	USO DA MODELAGEM BIM 4D	73
6.5	DIRETRIZES PARA O USO DO BIM 4D NOS PROJETOS MILITARES	76
6.5.1	<i>Planejamento – Pré-modelagem</i>	76
6.5.2	<i>Estudo preliminar – Modelagem 3D</i>	77
6.5.3	<i>Projeto Executivo – Modelagem 4D</i>	78
6.5.4	<i>Execução da Obra – Aplicação do Modelo 4D</i>	78
7.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	79
7.1	CONCLUSÕES	79
7.2	RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS	80
	REFERÊNCIAS	81
	APÊNDICE 1	85
	APÊNDICE 2	93

1. INTRODUÇÃO

A Modelagem da Informação da Construção (ABNT, 2010) viabiliza o gerenciamento da informação referente à construção em todo o ciclo de vida dos projetos. Neste sentido, esta tecnologia pode ser um importante instrumento para viabilizar um ambiente mais colaborativo, no qual as diferentes disciplinas integram modelos com as diversas informações produzidas. Existem várias formas de tratar o tema BIM: a modelagem pode ser entendida como um processo, e assim será considerada nesta dissertação. O termo somente será referenciado como tecnologia quando envolver aspectos como os softwares e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Segundo Eastman (1991), o processo BIM altera completamente a maneira tradicional de projetar, o que indica a necessidade de novos métodos e processos para a construção civil.

Estas mudanças são significativas e vão além da representação bidimensional das edificações, já que as informações são concentradas em um modelo, que funciona como uma grande base de dados da qual podem ser extraídos os vários documentos necessários ao longo de todo o processo. (EASTMAN et al., 2008 e SUCCAR, 2010). Estes modelos viabilizam uma colaboração eficiente, integridade das informações, documentação inteligente, acesso facilitado aos dados da construção, alta qualidade do projeto, bem como um planejamento e coordenação multidisciplinar (GU, LONDON, 2010).

No Brasil, algumas empresas começaram a adotar o processo BIM no começo dos anos 2000. Sua implantação passou a ser um objetivo para muitas delas nos últimos anos, entretanto são poucas as que efetivamente utilizam os modelos para o desenvolvimento completo dos processos de projeto. (SOUZA, AMORIM e LYRIO, 2009). Por ser uma utilização incipiente, a maioria dos empreendimentos utiliza programas com modelos bidimensionais ou processos híbridos. As diversas disciplinas da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) desenvolvem seus processos individualmente, e os documentos produzidos, em sua maioria, são independentes entre si. Neste período de mudanças nos processos, são grandes as dificuldades em organizar equipes capacitadas para trabalhar de modo integrado (AsBEA, 2015).

O Exército Brasileiro (EB), entretanto, há mais de uma década vem envidando esforços para uma adequada utilização do BIM no processo dos projetos militares. Através da Diretoria de Obras Militares (DOM) vem desenvolvendo importantes sistemas de acompanhamento e gestão dos processos, e busca a efetiva integração com a Modelagem da Informação da Construção.

A estrutura de obras militares do EB é formada por um conjunto de processos sob responsabilidade normativa e gerencial da DOM:

Estes macroprocessos mapeiam todo o ciclo de vida de uma obra pública sob responsabilidade do Exército, indo desde a sua concepção até a demolição, cumprindo as fases de estudo de viabilidade, anteprojeto, projeto, planejamento, licitação, contratação, acompanhamento, fiscalização, controle e conclusão; e após a entrega da obra, a nova edificação entra no ciclo de manutenção (NASCIMENTO e LUKE, 2012).

O processo de adoção do BIM ocorre também no âmbito regional do EB, visando à melhoria na gestão de projetos e obras. Sua atuação é dividida em Organizações Militares (OM) responsáveis por atuar em regiões distintas do Brasil. Os projetos e obras pertencentes aos estados do Paraná e Santa Catarina estão sob responsabilidade da Comissão Regional de Obras 5 (CRO 5). A atuação da CRO 5 envolve, portanto, todo o ciclo de vida da edificação, ampliando as possibilidades de um uso efetivo do modelo nos processos necessários.

O foco desta dissertação está, entretanto, na utilização dos modelos para o planejamento dos projetos de obras militares, segundo Umar et al. (2015) normalmente conhecida como 4D. Os autores também afirmam que o BIM 4D pode gerar informações significativas para os profissionais envolvidos, principalmente relacionadas aos prazos e pontos críticos. Os modelos permitem a visualização da construção ao longo do tempo, o que contribui também para a tomada de decisões.

1.1 Problema

A investigação em curso trata do uso da modelagem BIM 4D, respondendo a seguinte questão: Como ocorre o uso do BIM 4D nos projetos e planejamento de obras militares desenvolvidos pela CRO 5?

1.2 Pressupostos

A pesquisa tem como base os seguintes pressupostos:

Os processos atuais de desenvolvimento de projetos e planejamento na construção civil brasileira, nas diversas instituições públicas ou privadas, apresentam deficiências.

Novas tecnologias, como as que envolvem processos de BIM, são uma resposta a esses problemas processuais, sejam eles nas etapas de concepção, planejamento, desenvolvimento, construção ou manutenção das edificações.

A implantação destas tecnologias, durante todo o ciclo de vida das edificações, pode significar o aprimoramento dos processos da construção civil.

1.3 Objetivos

O objetivo principal desta pesquisa é elaborar recomendações a fim de auxiliar a CRO 5 e outras Comissões Regionais de Obras, órgãos públicos ou demais empresas do setor, na organização de processos BIM 4D. Desta forma, promovendo o fomento à implantação de melhorias na gestão de projetos, e futura utilização dos modelos em todo o ciclo de vida da edificação.

De modo específico, pretende-se analisar o processo colaborativo realizado, apontar os benefícios e dificuldades no desenvolvimento dos modelos, e demonstrar, por meio de estudos empíricos, como ocorre o uso de modelagem 4D para projetos e planejamento de obras militares.

1.4 Justificativas

Com o objetivo de desenvolver projetos e soluções com maior qualidade, as empresas e instituições públicas devem adotar na implantação de novas tecnologias uma visão mais holística diante da relação entre edificação e o processo da construção civil como um todo. Essa visão global aborda questões inerentes à responsabilidade da AEC nos âmbitos social, ambiental, econômico e tecnológico. Reforçando a necessidade de que os projetos e obras, principalmente as públicas, sejam concebidos e executados de forma ecologicamente correta, economicamente viável e socialmente justa.

O intercâmbio de conhecimento e experiências, ideias e ideais, entre instituições públicas federais, empresas de tecnologia, comunidade científica nacional e internacional, é imprescindível no processo de melhoria da qualidade de projetos e obras. A pesquisa contribuirá na conscientização da opinião pública, organizações governamentais e não governamentais sobre os benefícios da implantação de novas tecnologias na gestão de projetos e obras públicas.

A CRO 5 busca, por meio de várias metas e ações, a implementação e práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos na administração pública. Estabelece ferramentas de planejamento da sustentabilidade com objetivos e responsabilidades, com definição de prazos de execução e mecanismos de monitoramento e avaliação, como a oferta de cursos voltados à formação de profissionais para atuarem na gestão ambiental. Destaca-se ainda, adesão aos programas de governo que transformam as práticas institucionais em ações sustentáveis. Como exemplo de programa, podemos citar: Plano de Logística Sustentável, Agenda Ambiental da Administração Pública e o projeto Explanada Sustentável. (RIBEIRO et al., 2015). Estes fatores contribuem para a atuação dos

profissionais na elaboração de projetos e edificações que contemplem os conceitos mais amplos de sustentabilidade.

Para evitar desperdícios de recursos a utilização de modelos BIM proporciona a melhoria na integração e redução das incompatibilidades das diversas disciplinas de projetos de um empreendimento; melhoria na acurácia das estimativas de quantidades de serviços e de custos, possibilitando melhor planejamento orçamentário e financeiro dos empreendimentos.

As obras do setor público envolvem quantias significativas de recursos, a exemplo da CRO 5 que no ano de 2016 possui 72 obras em andamento, o que envolve em valores contratuais R\$ 72.602.630,63. É importante que os projetos permitam então melhor previsibilidade de prazos e custos, propiciando a adequada destinação destes recursos públicos para sua construção.

Enfim, as tecnologias que utilizam a Modelagem da Informação da Construção propiciam melhorias expressivas no planejamento dos empreendimentos, na integração das diversas disciplinas dos projetos e redução de suas incompatibilidades, na acurácia dos orçamentos, na previsibilidade dos prazos de execução, na transparência dos gastos e na sustentabilidade dos projetos.

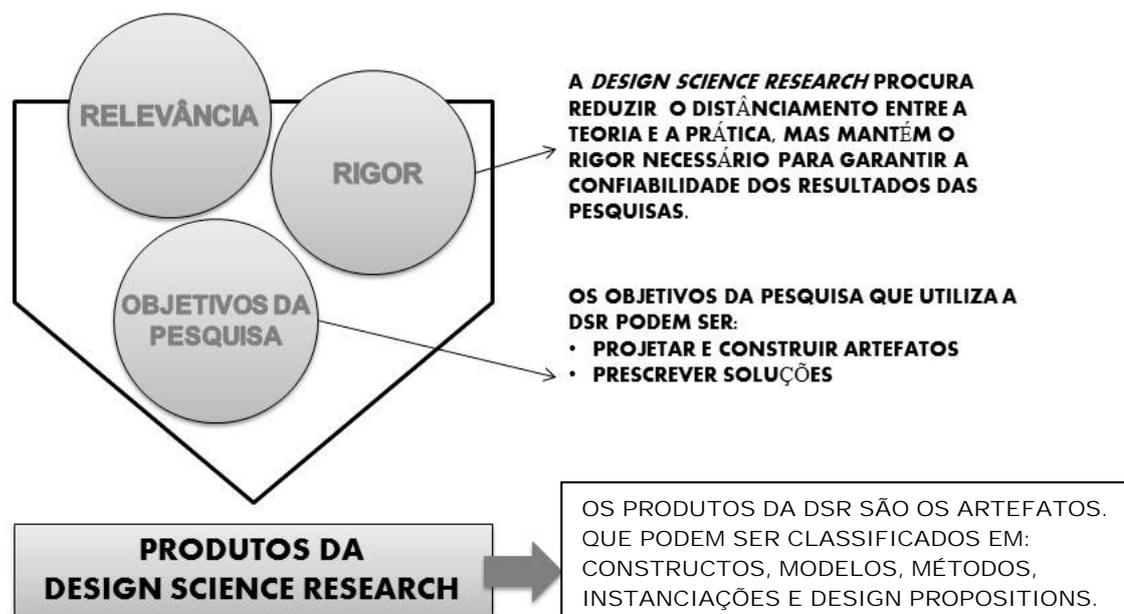
2. MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa trata do planejamento em projetos de obras militares, com o auxílio da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Além disso, visa propor diretrizes a fim de auxiliar outras empresas ou instituições que busquem organizar os processos BIM 4D. Busca, portanto resolver problemas do mundo real e, ao mesmo tempo, realizar uma contribuição científica de caráter prescritivo. O método escolhido para esta pesquisa foi, então, o *Design Science Research* (DSR).

O DSR é um método muito utilizado na área de gestão que busca, com foco nas soluções de problemas, produzir e avaliar artefatos que proporcionam a melhoria dos sistemas em que estão inseridos. Procura também diminuir a lacuna entre a teoria e a prática, trabalhando de forma colaborativa com as organizações para testar novas ideias em contextos reais (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JÚNIOR, 2014).

Uma das características importantes da DSR é a busca por problemas específicos, não necessariamente a solução ótima, mas a solução satisfatória para a situação. Porém, estas soluções encontradas devem ser passíveis de generalização, dentro de uma determinada classe de problemas. Desta forma permitem que outros pesquisadores e profissionais, em situações diversas, possam utilizar o conhecimento gerado. É importante destacar dois fatores fundamentais para atingir os objetivos da pesquisa: o rigor e a relevância. A Figura 1 apresenta uma síntese dos principais conceitos e fundamentos relacionados à DSR (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JÚNIOR, 2014).

FIGURA 1 – SÍNTESE DOS CONCEITOS E FUNDAMENTOS DA SCIENCE RESEARCH.



FONTE: ADAPTADO DE DRESCH, LACERDA E ANTUNES JÚNIOR (2014).

A pesquisa também é baseada no roteiro para a condução de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), realizando algumas adaptações de acordo com as necessidades encontradas durante o processo. O método foi elaborado especificamente para orientar pesquisadores na área de desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. Os procedimentos foram baseados em melhores práticas de áreas pioneiras nesse tipo de revisão, como medicina, psicologia e ciências sociais. Para o desenvolvimento da RBS (RBS *Roadmap*) existe um conjunto de critérios a serem seguidos. Foram estabelecidas 15 etapas, organizadas em 3 fases, conforme resumo do Quadro 01 (AMARAL; CONFORTO; SILVA, 2011).

QUADRO 1 – FASES E ETAPAS - RBS ROADMAP.

Fase	Etapa	Descrição resumida
Fase 1: Entrada	ETAPA 1.1 Problema	Busca-se responder uma ou mais perguntas, é o ponto de partida da revisão bibliográfica.
	ETAPA 1.2 Objetivos	Serão a base para análise dos artigos encontrados, devem ser claros e factíveis e criteriosamente definidos.
	ETAPA 1.3 Fontes primárias	Artigos, periódicos ou bases de dados relevantes que serão utilizados para a definição de palavras-chave.
	ETAPA 1.4 Strings de busca	É preciso identificar as palavras e termos referentes ao tema de pesquisa, utilizando operadores lógicos comumente aplicados em buscas avançadas.
	ETAPA 1.5 Critérios de inclusão	Devem estar de acordo com o objetivo da pesquisa, para a realização de filtros de leitura.
	ETAPA 1.6 Critérios de qualificação	Utilizados para avaliar a importância do artigo para o estudo, como exemplos: método de pesquisa, quantidade de citações do artigo, o fator de impacto da revista.
	ETAPA 1.7 Método e ferramentas	Deve ser interativo contemplando a definição das etapas para a condução das buscas, os filtros de busca, os resultados que serão armazenados, e assim por diante.
	ETAPA 1.8 Cronograma	Definir prazo máximo viável de acordo com os objetivos.
Fase 2: Processamento	ETAPA 2.1 Busca	Podem ser realizadas buscas por periódicos, por bases de dados, ou ainda buscas cruzadas.
	ETAPA 2.2 Análise dos resultados	Leitura e análise dos resultados, de acordo com os filtros estipulados.
	ETAPA 2.3 Documentação	As informações a serem documentadas de acordo com os critérios estipulados nas etapas anteriores, importantes para argumentação teórica e embasamento da pesquisa. Além de relatar os procedimentos para futuros pesquisadores do tema.
Fase 3: Saída	ETAPA 3.1 Alertas	Inserção de alertas nos principais periódicos identificados, o que facilita rastreamento de artigos relacionados e a atualização do repositório da pesquisa.
	ETAPA 3.2 Cadastro e arquivo	O cadastro pode ser realizado com o apoio de um software para gerenciamento de referências, como o Mendelev, permitindo o compartilhamento e anotações referentes aos artigos.
	ETAPA 3.3 Síntese e resultados	Elaboração de relatório com a síntese da bibliografia estudada, que posteriormente poderá assumir o formato de uma seção de revisão bibliográfica de uma tese ou dissertação.
	ETAPA 3.4 Modelos teóricos	Resultado final da RBS.

FONTE: ADAPTADO DE AMARAL; CONFORTO; SILVA (2011).

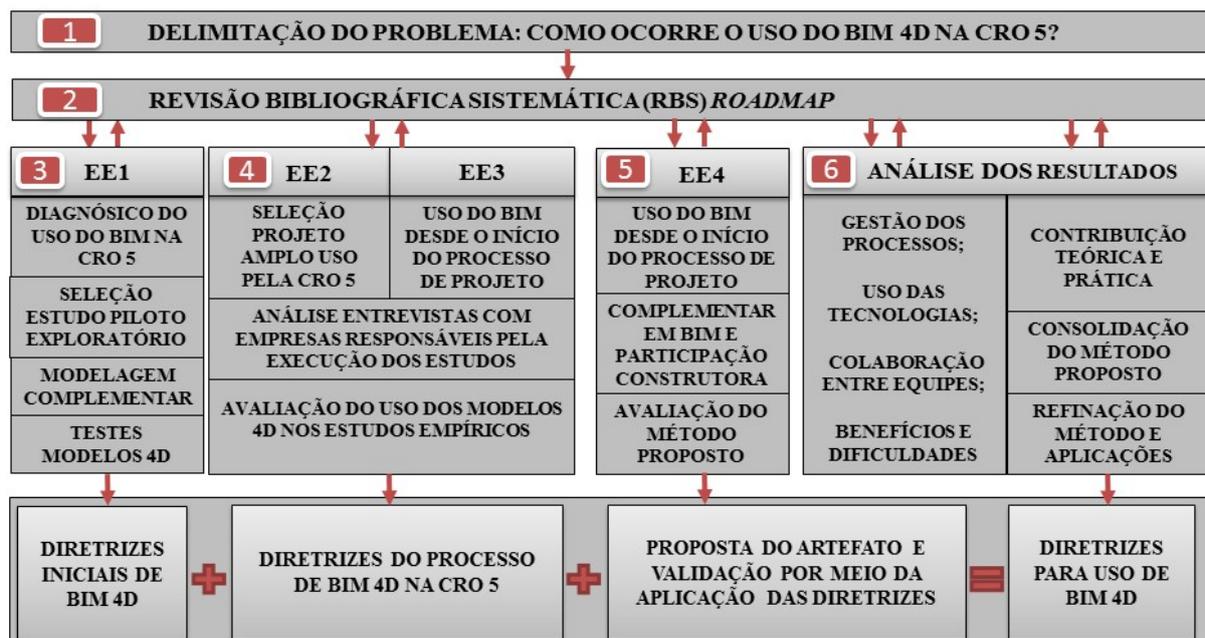
2.1 Etapas da pesquisa

O trabalho é estruturado em três partes principais: delimitação do problema, produção do artefato e resultado, desenvolvido com base na abordagem de *Design Science Research* proposta por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2014). Este método procura atender, de maneira metódica e criteriosa, a uma infinidade de situações, diante da complexidade e dinamismo da AEC.

No decorrer da pesquisa estas três partes principais se desdobraram em seis etapas, de acordo com seleção dos estudos empíricos, proposta do artefato e sua avaliação por meio da aplicação de diretrizes para o uso de BIM 4D.

Primeiramente, foi delimitado o problema. A segunda etapa consistiu na realização da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS *Roadmap*), que alimentou as demais etapas da pesquisa. Na terceira etapa, foi escolhido o primeiro estudo empírico, com caráter mais exploratório. O mesmo produziu as primeiras recomendações para o uso de BIM 4D. A quarta etapa englobou o segundo e terceiro estudos empíricos, com os quais foram avaliados os usos dos modelos e estruturadas as diretrizes do BIM 4D para a CRO 5. A quinta etapa foi a avaliação do artefato por meio da aplicação das diretrizes no quarto estudo empírico. Por fim, na última etapa, foram analisados os resultados, consolidando o método proposto para a elaboração das diretrizes propostas para uso de BIM 4D. A Figura 2 apresenta de modo gráfico como é a organização das etapas, envolvendo o objetivo principal da pesquisa, revelando a natureza da estratégia e destacando os pontos importantes desenvolvidos.

FIGURA 2 – ETAPAS DA PESQUISA.



FONTE: AUTORA, 2017.

2.2 Testes de validade

Para evitar possíveis erros de metodologia é possível relacionar quatro testes de validade: validade do constructo, validade interna, validade externa e confiabilidade (YIN, 2001; ROBSON, 2006). O Quadro 2 apresenta a aplicação e os objetivos dos testes de validade nesta pesquisa, de acordo com a estratégia de pesquisa proposta.

QUADRO 2 – TESTES DE VALIDADE.

TESTE	OBJETIVO	APLICAÇÕES NA PESQUISA	
(YIN, 2001; e ROBSON, 2006)		A autora (2017)	
Validade interna	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza construção da explanação. -Estuda explicações similares. - Realiza adequações. 	<ul style="list-style-type: none"> - Compilações entre o conhecimento existente (revisão sistemática literária) e prática (dados coletados nos estudos empíricos). -Triangulação dos dados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de dados.
Validade externa	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelece domínio ao qual as descobertas podem ser generalizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Definido uma estratégia a ser seguida na coleta e análise destes dados para organização dos modelos BIM 4D, que poderão ser replicados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação da possibilidade de ser replicado.
Validade do constructo	<ul style="list-style-type: none"> - Procura evidências provenientes de diversas fontes de pesquisa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fontes de documentação, entrevistas, observação direta e simulações por meio de modelos. - Estabelece verificação de evidências. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechamento da coleta de dados.
Confiabilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza protocolos de coletas de dados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborado um protocolo, seguindo o método de DSR, para esta pesquisa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Viabilizar rastreabilidade

FONTE: AUTORA, 2017.

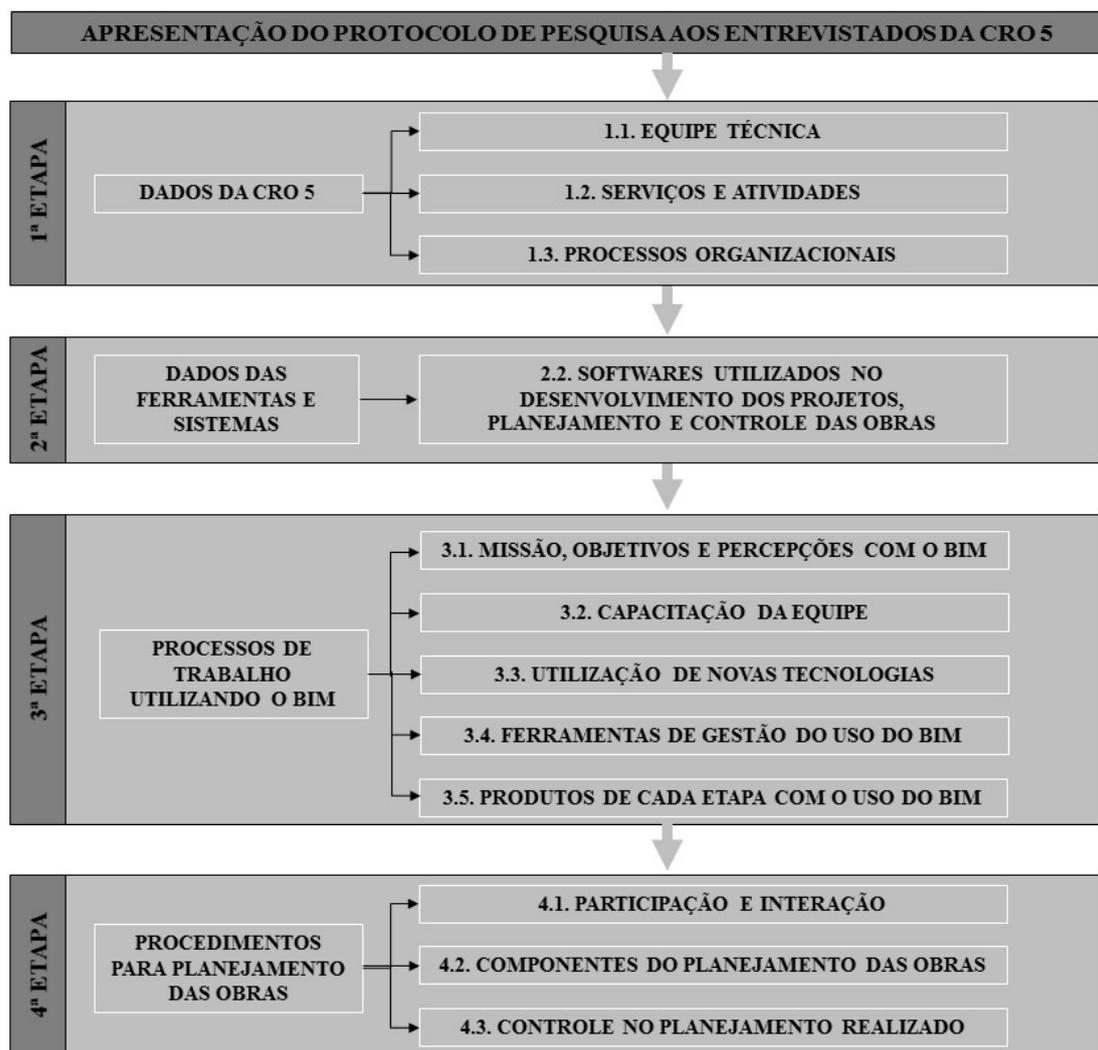
2.3 Protocolo de coleta de dados

O protocolo visa apresentar todas as atividades a serem realizadas, atualizado constantemente, de forma a garantir que outros pesquisadores consigam replicar os resultados com sucesso.

2.3.1 Organização da coleta de dados

As questões para a coleta de dados (entrevistas) foram elaboradas conforme embasamento teórico e estruturadas com foco no objetivo da pesquisa. Foram realizadas duas entrevistas para verificar com os principais profissionais envolvidos todo o processo de projetos e execução das obras.

FIGURA 3 – ESTRUTURA DO PROTOCOLO DE ENTREVISTAS COM A CRO 5.

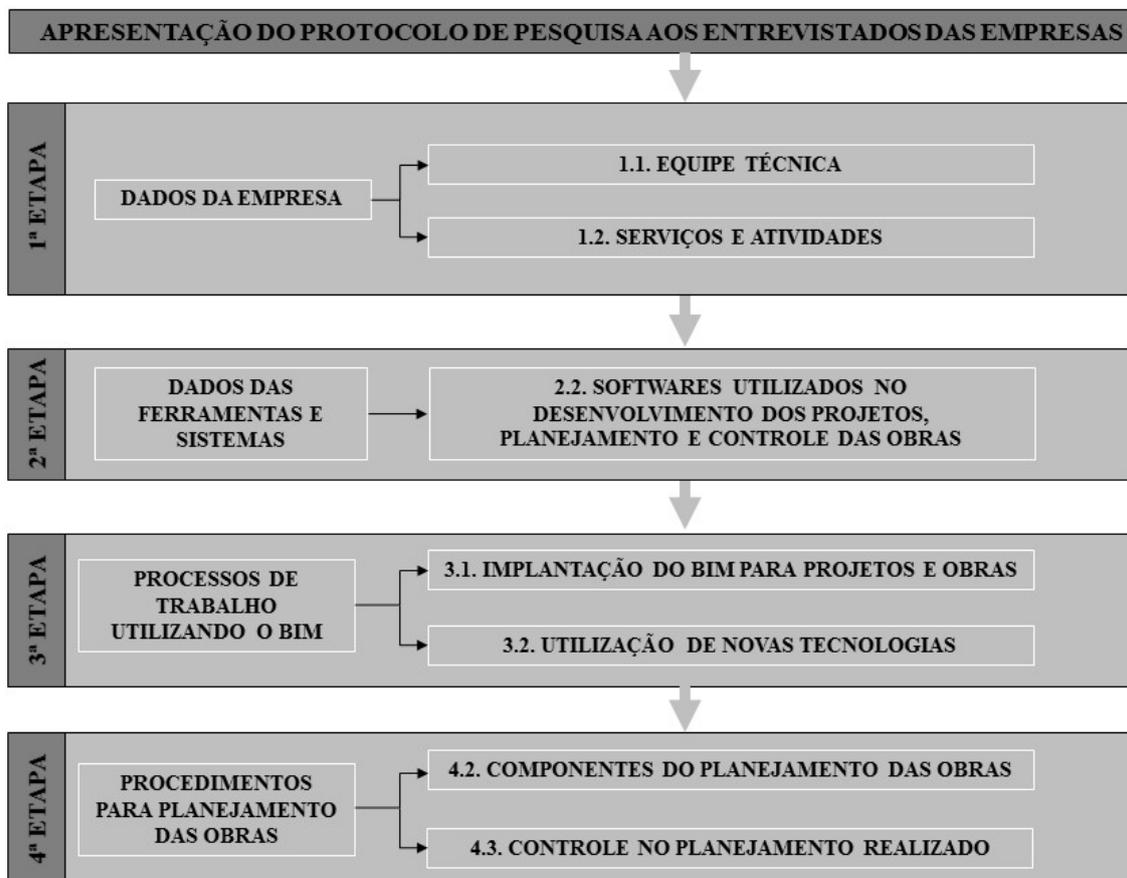


FONTE: AUTORA, 2017.

A primeira entrevista, Apêndice 1, foi aplicada na seção técnica com toda a equipe multidisciplinar responsável pelos processos de projeto e fiscalização das obras. Para uma melhor compreensão, a Figura 3 apresenta a estrutura das questões para a coleta de dados. Vale lembrar que esta equipe é responsável pelos processos que envolvem todo o ciclo de vida da edificação, desde a concepção até a manutenção das edificações.

A segunda entrevista, Apêndice 2, foi aplicada com profissionais das empresas responsáveis pela execução das obras analisadas nos estudos empíricos. Foram entrevistados 4 engenheiros, responsáveis técnicos, dos respectivos estudos empíricos. Porém outros profissionais envolvidos diretamente com as obras, como os fiscais e mestres de obras, também contribuíram de maneira informal com informações sobre o andamento das obras.

FIGURA 4 – ESTRUTURA DO PROTOCOLO DE ENTREVISTAS COM AS EMPRESAS.



FONTE: AUTORA, 2017.

2.3.2 Aplicação da entrevista piloto

Primeiramente foi realizado um teste piloto com um profissional da seção técnica, que participa de todo o processo de projeto, incluindo as etapas de fiscalização e acompanhamento das obras. Segundo Yin (2001), este teste piloto é de extrema importância, podendo ser destinado mais recursos nessa etapa da pesquisa.

A realização do teste piloto contribuiu para verificar todas as questões do protocolo, avaliando a compreensão por parte do entrevistado, a melhor forma de expor as perguntas, itens que não ficaram claros, perguntas fora do objetivo, e assim por diante. Desta forma, foi possível alterar e eliminar algumas questões para aperfeiçoar o protocolo inicial.

Foram verificadas como as respostas implicam no andamento da pesquisa. Conforme orientações de Gunther (2003) foram mantidas apenas as questões que envolvem itens que serão analisados. Entretanto, não houveram mudanças significativas no teste piloto, após a revisão do instrumento o mesmo foi aplicado com os demais profissionais da seção técnica.

2.3.3 Condução e coleta de dados

O sucesso de uma coleta de dados não está restrito à forma de registrar os dados mecanicamente, mas em saber interpretá-los corretamente a medida em que vão sendo coletados (YIN, 2001). Também é importante estabelecer uma confiança com o entrevistado, reforçando o quanto as opiniões e experiências são importantes para o andamento da pesquisa

Além das entrevistas também foram utilizadas outras fontes de dados para se aproximar ao realismo da situação estudada. As evidências, segundo Yin (2001), podem ocorrer de seis fontes distintas: documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e os artefatos físicos. Esta pesquisa, como mostra Figura 5, procura utilizar todas estas fontes de evidências.

FIGURA 5 – FONTES DE EVIDÊNCIAS.



FONTE: ADAPTADO DE YIN (2001).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

3.1 Resultados da Revisão Bibliográfica Sistemática

As buscas por referências nesta pesquisa foram realizadas em quatro bases de dados: Science Direct, Scopus, Portal Capes Periódicos e Google Acadêmico. A pesquisa investigou primeiramente o seguinte termo encontrado no título e palavras-chave: BIM 4D. Após esta pesquisa mais ampla, evitando que combinações de termos restringissem algumas pesquisas, foi realizado o primeiro filtro por meio da leitura dos títulos e palavras-chave. Foram selecionadas pesquisas com as palavras-chave semelhantes ao do tema em questão, tanto em inglês quanto em português: Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling*), Simulação (*Simulation*), 4D, Planejamento (*Planning*), Gerenciamento de projetos (*Project Management*). O segundo filtro foi a leitura do resumo, introdução e conclusão; por fim o último filtro foi a leitura completa das pesquisas que foram inclusas. Os processos de filtragem realizados, de acordo com cada base de dados, foram descritos na Tabela 1, o que resultou em 39 pesquisas selecionadas.

TABELA 1 – PALAVRAS-CHAVE, BASE DE DADOS, FILTROS E PESQUISAS ENCONTRADAS.

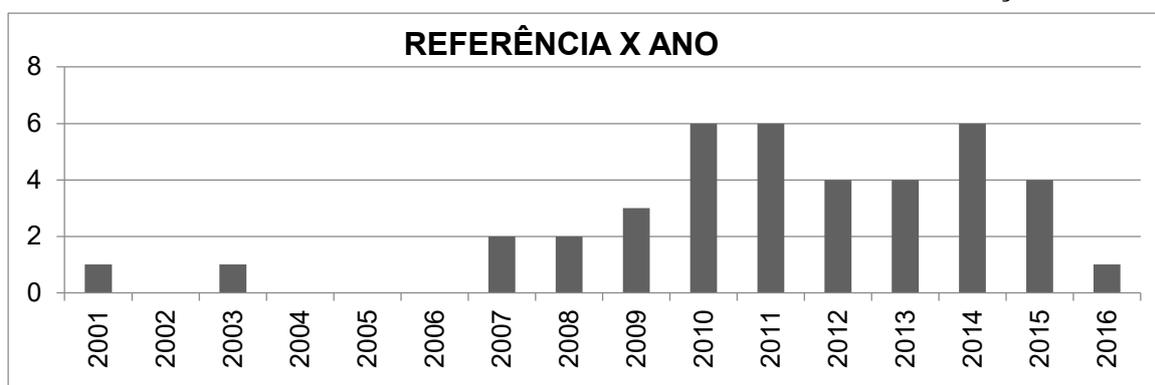
Palavras-chave	Base de Dados	Pesquisas encontradas
BIM 4D	Science Direct	1.317
	Scopus	635
	Portal Capes Periódicos	270
	Google Acadêmico	20.100
Total de artigos encontrados sem filtros		22.322
Filtros	Base de Dados	Pesquisas encontradas
Filtro 1 – Leitura do título e palavras-chave	Science Direct	206
	Scopus	152
	Portal Capes Periódicos	138
	Google Acadêmico	529
Filtro 2 – Leitura do resumo, introdução e conclusão.	Science Direct	26
	Scopus	12
	Portal Capes Periódicos	18
	Google Acadêmico	57
Filtro 3 – Leitura completa	Science Direct	10
	Scopus	5
	Portal Capes Periódicos	7
	Google Acadêmico	18
Total de pesquisas utilizadas com filtros		40

FONTE: AUTORA, 2017.

Foram retiradas pesquisas de áreas diferentes da AEC, e 10 referências estavam repetidas em diferentes bases de dados. Além disso, 9 pesquisas não passaram pelo segundo filtro por necessitarem de pagamento para leitura completa. Também foram inclusos pesquisas e documentos, principalmente relacionados aos processos do Exército Brasileiro, que não estavam nas bases de dados citadas anteriormente, mas foram considerados relevantes para a pesquisa. Também foi incluída a Coletânea de Implementação do BIM para Construtoras e incorporadoras, publicada pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) em 2016, utilizada como referência no decorrer da pesquisa.

A partir da Figura 6, é possível verificar que a maior parte das pesquisas analisadas apresenta o tema recentemente, destacando que o uso da tecnologia, e pesquisas relacionadas ao BIM 4D, ainda são incipientes pela AEC. O uso na fase de planejamento das obras ainda é limitado, de onde se conclui que existem muitas lacunas na integração entre os modelos e a etapa de construção, o que enfatiza a importância do tema desta pesquisa. Entretanto, são diversos os benefícios do BIM nesta fase, as pesquisas analisadas apontam as diversas aplicações para o planejamento das obras. Foi realizada uma análise para incluí-las na revisão bibliográfica que será apresentada nas próximas seções.

FIGURA 6 – QUANTIDADE DE REFERÊNCIAS POR ANO DE PUBLICAÇÃO.



FONTE: AUTORA, 2017.

3.2 Construção civil e novas tecnologias

A construção civil encontra-se desatualizada em relação a outros setores da indústria, e para acompanhar a evolução mundial é necessária sua modernização. A Tecnologia da Informação possui um grande impacto nas vantagens competitivas do setor, porém são necessárias mudanças estruturais fundamentais nos processos e no gerenciamento organizacional. É preciso enfrentar problemas como os processos longamente estabelecidos, culturas do setor, falta de padronização, interoperabilidade complexa, métodos de gestão ultrapassados e pouco investimento em TI. Na construção civil, a distância entre o que se pesquisa e a adoção na prática é maior, e o impacto das poucas

empresas que investem em TI é pequeno, pois a indústria é grande, diversificada e fragmentada. A complexidade dos projetos exige novos procedimentos para viabilizar a gestão integrada (NASCIMENTO e SANTOS, 2003).

A TI é uma potente ferramenta para reorganização de processos e as empresas podem utilizá-la visando a excelência operacional, novos produtos e serviços, relacionamento mais estreito com clientes e fornecedores, melhoria da tomada de decisões, além de proporcionar vantagens competitivas (LAUDON e LAUDON, 2007). Neste contexto, entre as soluções para as empresas de construção civil, existem novos sistemas capazes de trazer ganhos em todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento. O BIM mostra-se capaz de trazer vários benefícios para a coordenação dos processos, um importante instrumento para o gerenciamento das informações.

Estas novas tecnologias começaram a ser desenvolvida nos fins da década de 80, quando especialistas realizavam pesquisas na área de Tecnologia da Informação e Interoperabilidade para a construção civil. No ano de 1987, foi lançado na Hungria o primeiro software com ferramentas de BIM, o Archicad da Graphisoft. A partir de então, foram realizadas diversas iniciativas de arquitetos americanos, europeus e asiático (ADDOR et al., 2010). Nos EUA o conceito inicial da tecnologia era denominado *Building Product Models*, em outros locais como na Europa e Finlândia era conhecido como *Product Information Model*. Algumas primeiras pesquisas sobre esta tecnologia também são definidas por Eastman como *Building Description System*, que são sistemas nos quais a representação dos elementos de projeto era baseada em informações geométricas associadas a outros atributos. Desta forma, o projeto seria o resultado da combinação de elementos construtivos, que uma vez modificados eram atualizados simultaneamente em todas as suas visualizações (EASTMAN et al., 2008).

3.3 Sistemas CAD-BIM

Ao contrário dos sistemas CAD (*Computer Aided Design*) que possuem um processo de trabalho voltado para a geometria do edifício, os sistemas CAD-BIM são orientados à modelagem da informação, baseada em objetos paramétricos. Nestes processos, tais objetos não possuem propriedades geométricas fixas, possuem parâmetros e regras que determinam sua geometria, assim como algumas propriedades não geométricas e outras características. Desta forma, tais parâmetros e regras permitem que os objetos se atualizem automaticamente, conforme as necessidades do usuário ou mudanças de contexto (EASTMAN et al., 2008). Por meio desta tecnologia, é possível então armazenar as informações necessárias durante o ciclo de vida dos projetos, envolvendo aspectos de planejamento, concepção, gerenciamento, operação e manutenção. Além de facilitar o

intercâmbio de dados, promove um ambiente onde todos os envolvidos com o projeto trabalham de forma integrada e simultânea, fornecendo subsídios para a análise de dados e para as tomadas de decisão.

Atualmente, um dos problemas mais comuns relacionados às tecnologias CAD 2D, baseadas em papéis, ou projetos impressos, está no tempo gasto e despendido para gerar as informações críticas e necessárias para a avaliação de uma proposta de projeto; incluindo estimativa de custos, análises de uso energético, e assim por diante. Estas análises são normalmente realizadas por último nas etapas dos projetos, quando já tarde demais para realizar mudanças significativas. Já que todas estas interações não ocorrem durante a fase de concepção dos projetos, muitas inconsistências acabam sendo resolvidas tardiamente. O atual uso do BIM também está, na maioria das vezes, limitado às fases finais dos projetos de engenharia e arquitetura ou no começo da construção em si (EASTMAN et al., 2008).

A realidade mostra uma grande diversidade de possibilidades dentro da abordagem de projetos com o BIM. A mesma é altamente dependente do tipo de interações entre os participantes do projeto e da forma como o BIM é usado nas diferentes etapas do processo. Portanto, a interoperabilidade tem sido considerada um problema no setor da AEC devido às aplicações serem heterogêneas. Existe uma dinâmica necessária para operar neste setor, com sistemas utilizados por diferentes profissionais e características. Apesar das diversas pesquisas visando a padronização nesta área, a interoperabilidade global está longe de ser alcançada. A inadequada troca de informações, nos seus diversos estágios do BIM, pode acarretar em altos custos na construção civil, relacionados principalmente a custos de atraso, prevenção e mitigação (GRILO e GOLÇALVES, 2010).

O uso do BIM nos processos de projeto pode trazer grande influência positiva nos custos globais de um empreendimento. Este aspecto se torna um motivador para a adoção do BIM e para o emprego de métodos de estimativa de custos baseados nessas tecnologias. Além das questões relacionadas ao custo, o uso do BIM pode trazer mudanças mais positivas dependendo do quanto é utilizado e em que fase do projeto a equipe trabalha de modo colaborativo. Diante destas definições pode-se dizer que são poucas as equipes de projetos ou construção que realmente utilizam o BIM. A sua adoção envolve mudanças significativas de processos, além de investimentos em ferramentas e capacitação. As empresas acabam utilizando o BIM somente para a modelagem, sem melhorias no processo como um todo. Entretanto, espera-se que com o tempo estas capacidades crescerão de modo a apoiar melhores práticas para o desenvolvimento de projetos (EASTMAN et al., 2008). Fica clara a necessidade de melhorar os processos e minimizar os conflitos entre as informações sobre a

construção, e a Modelagem da Informação da Construção é capaz de simular todo este processo construtivo.

3.4 Estágios de adoção

Para compreender como a adoção dos sistemas CAD-BIM podem ocorrer, é possível dividi-la em fases ou etapas de adoção. Tobin (2008) separa a implantação do BIM em gerações, chamando-as de BIM 1.0, 2.0 e 3.0. No BIM 1.0, os softwares parametrizados substituem os modelos CAD 2D, revelando benefícios como a melhor coordenação e mais rápida produção da informação. O BIM 2.0 ocorre quando os profissionais de diferentes áreas passam a incorporar no modelo informações como tempo (4D), orçamento (5D), engenharia energética, análise ambiental, e assim por diante (nD). A cooperação entre os envolvidos e a interoperabilidade das informações são itens fundamentais nesta fase de implantação. Chamada de pós-interoperabilidade, o BIM 3.0 engloba modelos completos da edificação, nos quais iniciativas como o protocolo IFC (*Industry Foundation Classes*) promoveriam a interdisciplinaridade nas trocas das informações. Elaborados de modo colaborativo, estes modelos seriam um protótipo do processo real de construção, que poderiam ser disponibilizados através da internet e acessados de qualquer lugar.

A evolução do BIM 1.0 ao BIM 3.0 não está restrita somente à implantação de uma nova tecnologia, também estão envolvidos diversos fatores como a adoção de novos fluxos de trabalho, planejamento desde a fase inicial de projeto, recursos avançados de visualização, além da transferência contínua de conhecimento entre os diversos agentes participantes do processo. O BIM 3.0 poderá viabilizar um ambiente colaborativo no qual os aspectos referentes à construção serão constatados e discutidos em tempo real (COELHO, NOVAES, 2008).

As fases tradicionais de projeto relacionadas ao processo CAD não se adequam com facilidade aos fluxos e à necessidade de troca de informação em um processo BIM. Existe uma antecipação das decisões de projeto de fases futuras para fases iniciais. Em contrapartida, a extração de documentos de projeto, na forma como estávamos acostumados, passa a acontecer após um amadurecimento maior dos modelos (AsBEA 2015).

Succar (2010) destaca a importância da definição de métricas para melhorar o desempenho na utilização do BIM, proporcionando bases para avaliar a qualidade dos resultados obtidos por meio do uso destes sistemas. Para tanto, aponta princípios importantes para verificar, de maneira precisa e consistente, o desempenho dos sistemas BIM. De acordo com as habilidades básicas para executar uma tarefa ou fornecer um serviço, o autor propõe estágios BIM, que definem os requisitos mínimos a serem alcançados pelas equipes ou organizações (Figura 7):

- a) Estágio 1 – Modelagem Baseada em Objeto: é necessário a implantação de um *software* de modelagem BIM baseada em objetos paramétricos, como *ArchiCAD*, *Revit*, *Tekla* ou *Constructor*;
- b) Estágio 2 – Colaboração baseada em modelo: a organização precisa ser parte de um projeto colaborativo multidisciplinar que utilize estes modelos BIM;
- c) Estágio 3 – Integração baseada em rede de relacionamentos: a organização precisa estar usando uma solução baseada em rede (com modelos vinculados em servidores) para assim compartilhar estes modelos com pelo menos duas outras disciplinas.

FIGURA 7 – ESTÁGIOS DE ADOÇÃO DOS SISTEMAS BIM.



FONTE: ADAPTADO DE SUCCAR (2010).

A implantação do processo BIM exige objetivos e informações mais precisos desde o início do processo, importantes para o desenvolvimento de projetos com mais assertividade. Ocorre também alteração do conteúdo das fases e etapas de trabalho, principalmente no início do processo BIM. Estas mudanças nos fluxos e nos processos de trabalho de cada participante, deve ter sempre como foco o todo, o trabalho em equipe e não só sua disciplina (AsBEA, 2015).

O Brasil vive um momento de transição da utilização do CAD para o BIM. Durante essa fase ainda é difícil montar equipes de projeto que já trabalhem integralmente em BIM. Embora os benefícios do processo BIM sejam potencializados quanto mais integrado e completo ele seja, por vezes, durante essa fase de transição, é necessário trabalhar em um processo híbrido, no qual nem todas as disciplinas e especificações de projeto estão incorporadas no modelo BIM (AsBEA, 2015).

Estudos de caso recentes demonstram as dificuldades em encontrar a máxima eficácia de uma integração multidimensional (nD). Portanto uma implantação parcial, baseada em prioridades de gestão, faz com que a implantação do BIM seja mais viável e eficaz. Decisões estratégicas devem ser formuladas para facilitar o processo de determinação

das prioridades. As aplicações do BIM implicam na necessidade de aprimorar os mecanismos dos sistemas de informação na construção (JUNG e JOO, 2011).

A Modelagem da Informação da Construção viabiliza mudanças mais positivas dependendo do quanto é utilizada e em que fase do projeto a equipe trabalha de modo colaborativo. Reforçando a questão de que quanto mais cedo o modelo for desenvolvido e compartilhado, mais úteis e precisas serão as informações extraídas destes modelos.

3.5 Modelos BIM 4D

Os modelos BIM 4D são elaborados para melhorar a concepção e compreensão das restrições e sequências espaciais de um cronograma da construção. Estes modelos viabilizam a conexão entre os objetos CAD tridimensionais e a quarta dimensão, considerada o tempo planejado para a construção da edificação. Este método cria a conexão entre o projeto e o planejamento, tendo como resultado uma animação que simula os componentes da construção de acordo com a sequência planejada, do início até sua conclusão (BENJAORAN e BHOKHA, 2009).

O emprego da modelagem 4D também pode permitir um melhor acesso às informações do projeto, melhorando sua compreensão e controle, sendo uma poderosa ferramenta de gestão. É importante a prévia definição dos objetivos do emprego do BIM 4D, que pode dar suporte às tomadas de decisões através das simulações por meio destes modelos. O uso do BIM 4D permite identificar os diversos conflitos no processo construtivo, facilitando a análise em detalhe das implicações das mudanças de projeto (BIOTTO, FORMOSO e ISATTO, 2015).

3.5.1 Contextualização do uso de modelos BIM 4D

Segundo Eastman et al. (2011), a modelagem 4D não é algo recente na construção, sendo utilizada já há algumas décadas. Nos últimos anos existem diversos esforços realizados para gerenciar os complexos e dinâmicos recursos que envolvem o processo da construção civil. Dentre eles estão os modelos BIM 4D, que podem vincular objetos BIM 3D e suas respectivas atividades em um cronograma de projeto. É importante a utilização destes modelos, já que as técnicas atuais de planejamento da construção se mostram insuficientes para a melhor visualização das atividades, por não levar em conta a dimensão espacial de cada uma delas (CHOI et al., 2014).

Além disso, nas práticas tradicionais da AEC, cronogramas e projetos são elaborados em momentos diferentes por pessoas diferentes. Os cronogramas da construção fornecem principalmente informações sobre aspectos do tempo e atividades relacionadas. Os projetos normalmente são elaborados em duas dimensões, fornecendo informações gráficas

sobre os componentes da construção e seus escopos. Os profissionais envolvidos usam ambas as fontes de informação para compreender e executar suas tarefas. No entanto, esta compreensão acontece principalmente pela interpretação individual, que pode ocorrer de maneiras diferentes, ou até mesmo não ocorrer. Isto leva a problemas de colaboração, e conflitos no compartilhamento de informações. Os modelos 4D podem ser uma solução para tais conflitos, porque faz a conexão entre estas duas fontes de informação. Também ajuda a criar percepções visuais mais explícitas, tornando-se um meio de colaboração efetivo para as equipes envolvidas (BENJAORAN e BHOKHA, 2009).

3.5.2 Métodos e ferramentas do BIM 4D

A introdução de ferramentas BIM, para dar suporte ao trabalho de gestão da construção nas empresas, ainda é uma tarefa problemática na prática. Existem diversos pesquisadores que buscam resolver este problema tentando explicar por que e como as implantações foram bem ou mal sucedidas. Entretanto, é importante alinhar as ferramentas BIM existentes às práticas de trabalho atuais, implantando as novas tecnologias de maneira gradual (HARTMANN et al., 2012).

Um cronograma da construção contém uma variedade de informações que são principalmente relacionadas ao que será executado e quando. Existem diversos métodos para apresentar estas informações aos usuários. Apesar dos modelos BIM 4D possuírem a habilidade de mostrar as atividades da construção em uma visualização 3D, também possuem alguns pontos fracos. Existem algumas informações importantes relacionadas à programação que não são bem transmitidas. Estas limitações estão relacionadas com a visualização geral do cronograma, duração das atividades e suas relações, e rastreamento do processo do projeto (BENJAORAN e BHOKHA, 2009).

A menos que estas limitações sejam superadas, o modelo 4D não pode substituir os métodos tradicionais de apresentação do cronograma, como o gráfico de Gantt e diagramas de rede. Porém, o modelo 4D pode ser utilizado como um complemento aos métodos convencionais (BENJAORAN e BHOKHA, 2009). Este processo híbrido é semelhante ao que normalmente ocorre no início da implantação do BIM nas fases de projeto. Portanto, é importante também compreender estas ferramentas tradicionais de planejamento, como elas se complementam, para posteriormente viabilizar o amplo uso dos modelos BIM 4D.

As técnicas de Linha-de-balanço (LoB) implicam em mecanismos úteis para o planejamento dos fluxos de trabalho, entretanto não abordam explicitamente a configuração espacial das atividades. Para identificar qual parte da edificação está relacionada a uma atividade, os usuários normalmente precisam visualizar desenhos 2D, para assim compreender as implicações espaciais destas atividades. Combinando modelos CAD 4D com

LoB também é possível adicionar uma visão espacial no planejamento da construção, o que melhora a qualidade do processo de projeto (BJÖRNFOT e JONGELING, 2007).

O planejamento dos projetos pode ser elaborado em conjunto com os modelos 4D. Scheer et al. (2014) também apresentam esta integração com o Sistema *Last Planner*, LoB, e *Lookahead Plan*. Para os autores estas ferramentas e processos permitem uma melhor visualização e simulação de cenários futuros. Desta forma, a equipe de gerenciamento pode verificar e avaliar as decisões com informações precisas. A integração das informações em uma base de dados reduz erros, melhora a comunicação entre os envolvidos, reduz a variabilidade, e elimina desperdícios nas fases de concepção do projeto e produção na obra.

Uma das importantes possibilidades dos modelos 4D é a detecção de interferências dos projetos ao longo da execução. Para tanto, o coordenador dos modelos de cada projeto deverá ser o responsável pela qualidade do modelo da sua disciplina a partir de várias verificações internas aos seus modelos e entre seu modelo e os das demais disciplinas. A periodicidade das verificações entre modelos deverá ser acordada entre todos os integrantes das várias equipes que trabalham no processo (AsBEA, 2015).

3.5.3 Benefícios e dificuldades do BIM 4D

O planejamento e controle das operações da construção, considerando as questões de construtibilidade, são passos necessários para melhorar a qualidade e produtividade na construção civil (BJÖRNFOT e JONGELING, 2007). Dentre os diversos benefícios e dificuldades encontrados na RSB no uso do BIM 4D, os Quadros 3 e 4 elencam os principais.

QUADRO 3 – BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO BIM 4D.

Benefícios
A capacidade de visualização das informações de planejamento e controle nos modelos BIM 4D, por meio da simulação do processo construtivo (BIOTTO, FORMOSO e ISATTO, 2012; BRITTO e FERREIRA, 2015; CHECCUCI et al., 2013; PITAKE e PATIL, 2013; SCHEER et al., 2014);
Permite realizar alterações com maior facilidade, extração automática e integrada de quantitativos ao cronograma (AHANKOOB et al., 2012; AsBEA, 2015);
Melhora a identificação de conflitos nos fluxos de trabalho (AHANKOOB et al., 2012; AsBEA, 2015; BIOTTO, FORMOSO e ISATTO, 2012; BRITO e FERREIRA, 2015; PITAKE e PATIL, 2013; SCHEER et al., 2014);
Permite a escolha de melhores soluções de projeto, com o aumento das opções de soluções criadas (AsBEA, 2015; BIOTTO, FORMOSO e ISATTO, 2012; CHECCUCI et al., 2013; SCHEER et al., 2014);
Melhora a compatibilidade entre os projetos, ou <i>Clash Detection</i> , antecipando erros construtivos (AHANKOOB et al., 2012; AsBEA, 2015; CHECCUCI et al., 2013; SCHEER et al., 2014);
Viabiliza um sistema de comunicação integrado através da interoperabilidade (BRITO; FERREIRA, 2015; GRILO e GOLÇALVES, 2010; PITAKE e PATIL, 2013; SCHEER et al., 2014);
Permite a geração de maior número de detalhes, por meio de base de dados com várias informações sobre os projetos (CHECCUCI et al., 2013; CHEN et al., 2013; SCHEER et al., 2014);

FONTE: AUTORA, 2017.

O BIM 4D pode melhorar a precisão da representação do *status* do projeto, a identificação de problemas, e a integração do processo de planejamento considerando as características espaciais das atividades, os espaços de trabalho e os planos da construção (CHOI et al., 2014). Entretanto ainda existe um longo caminho para que todas as possibilidades do BIM 4D sejam aplicadas. A sua implantação deve ser gradual, avaliando-se os riscos e objetivos envolvidos na aplicação em cada projeto. Devido à complexidade do processo que envolve a construção civil, existem algumas dificuldades e limitações a serem enfrentadas.

Dentre as limitações na sua implantação está a tarefa relativamente maçante de modelagem e ligações com as atividades da construção, muitas vezes não realizadas de maneira automática, e visualizações deficientes, em desacordo com o planejado (BENJAORAN e BHOKHA, 2009).

QUADRO 4 – DIFICULDADES DA UTILIZAÇÃO DO BIM 4D.

Dificuldades
Os profissionais envolvidos devem utilizar plataformas compatíveis, sendo difícil a integração com a equipe de parceiros (AHANKOOB et al., 2012; AsBEA, 2015; CHECCUCI et al., 2013);
Resistência da equipe em mudar as metodologias de trabalho (AHANKOOB et al., 2012; AsBEA, 2015; CHECCUCI et al., 2013; PITAKE e PATIL, 2013; SCHEER et al., 2014);
O tempo necessário e trabalho intensivo para implantação da tecnologia na empresa (CHECCUCI et al., 2013; PITAKE e PATIL, 2013);
O custo elevado da adoção das ferramentas (CHECCUCI et al., 2013; PITAKE e PATIL, 2013);
A complexidade da tecnologia e a dificuldade no aprendizado das novas ferramentas (CHECCUCI et al., 2013);
Problemas contratuais, envolvendo responsabilidades, direitos autorais e uso de documentos que não são abordados nos contratos tradicionais (AHANKOOB et al.; PORWAL e HEWAGE, 2013).

FONTE: AUTORA, 2017.

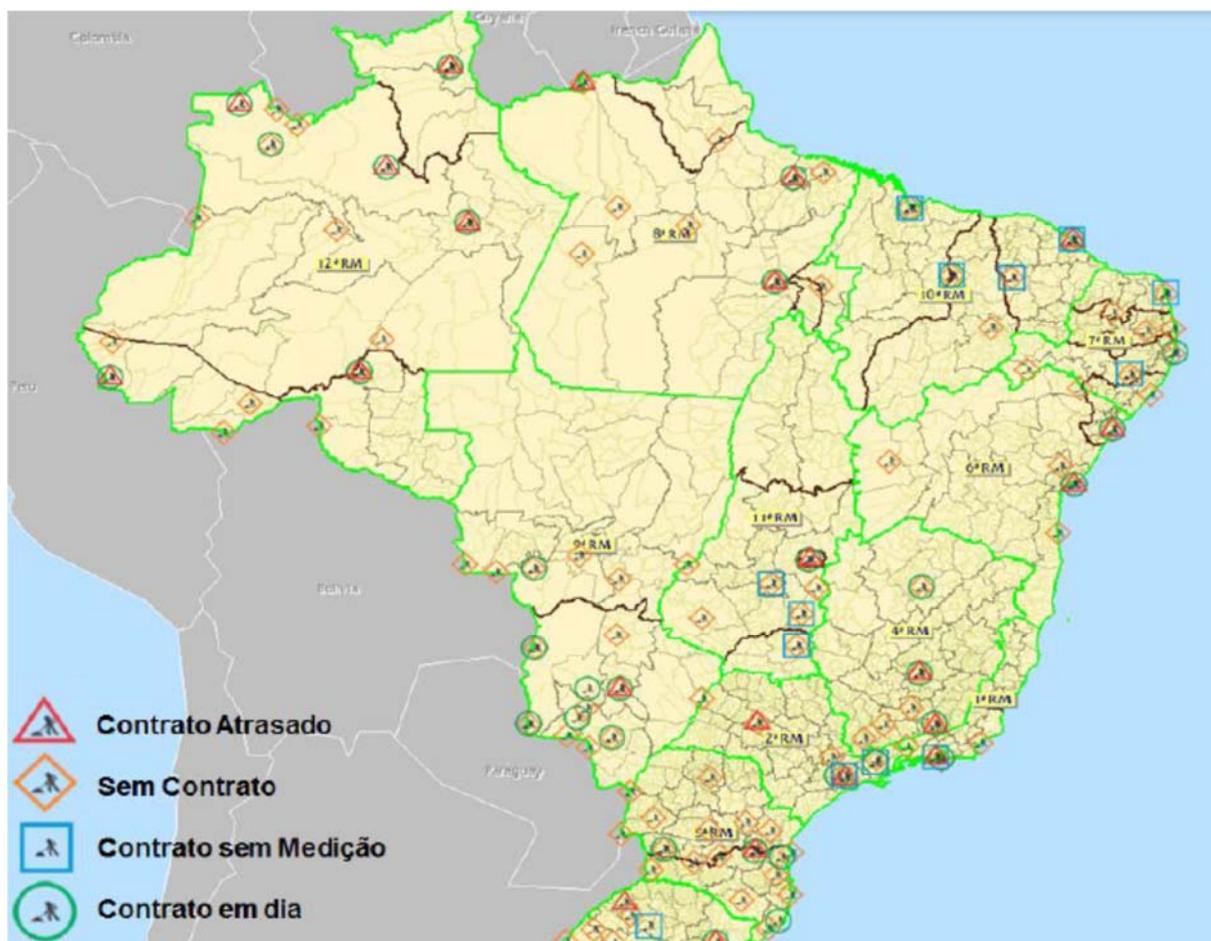
Apesar destas dificuldades, os recursos BIM 4D podem se traduzir em economia e redução de descontinuidades durante a execução da obra, elevando a qualidade do planejamento e seu nível de assertividade. O Planejamento BIM 4D permite que se identifique, previamente, vários conflitos e problemas específicos da fase de construção, que poderão ser analisados e contornados também previamente. A redução das incertezas e riscos de execução se traduz em maior aderência da execução da obra ao orçamento e ao planejamento, com mais eficácia para o cumprimento de prazos e redução de descontinuidades no processo de produção (CBIC, 2016).

3.6 Implantação do BIM no Exército Brasileiro

No EB um dos órgãos responsáveis pelo estudo, implantação e difusão do BIM é a Diretoria de Obras Militares (DOM). A DOM é um órgão de apoio técnico-normativo do Departamento de Engenharia e Construção (DEC). O DEC possui a função de administrar as

atividades relacionadas às instalações das Obras Militares. Dentro destas OM, atualmente 650 unidades, é preciso acompanhar a manutenção e construção de um total de 75.787 edificações e responder por, aproximadamente, 10.470 solicitações de obras simultaneamente (DOM, 2015).

FIGURA 8 – MONITORAMENTO DAS OBRAS NO EXÉRCITO BRASILEIRO.



FONTE: NASCIMENTO E LUKE, 2012.

Com o objetivo de gerir todas estas informações foi realizado um levantamento da infraestrutura existente e futuras necessidades do EB. Este levantamento envolveu a situação dos imóveis (terrenos), sua localização, limites e aspectos patrimoniais, legais e ambientais. Para viabilizar a gestão de toda esta infraestrutura, de maneira a integrar os processos das obras e viabilizar a participação dos diversos agentes envolvidos, foi desenvolvido um sistema web denominado Sistema Unificado do Processo de Obras (OPUS):

“... sistema operacional corporativo, do tipo “*Government Resource Planning*” (GRP) com inteligência espacial/geográfica (geoprocessamento) para controle de obras e ativos, podendo observar que a alta gestão do SOM – Sistema de Obras Militares, possui facilidades no acompanhamento de todas as obras em

execução no território brasileiro, permitindo agilidade na tomada de decisão.” (DOM, 2015, p. 03).

O OPUS é um Sistema informatizado de apoio à decisão que visa suportar as funcionalidades de Planejamento, Programação, Acompanhamento, Fiscalização, Controle, Gerência e Execução de Obras e Serviços de Engenharia de todas as atividades dos macroprocessos finalísticos do SOM e seus atores, tanto no nível executivo quanto gerencial e estratégico. Tecnicamente, o OPUS é um Sistema corporativo do tipo *Enterprise Resource Planning* (ERP), compatível com a tecnologia BIM, e com inteligência espacial e geográfica, o que envolve o geoprocessamento, para controle de obras e ativos (DOM, 2015). As Figuras 8 e 9 mostram interfaces gráficas deste sistema.

FIGURA 9 – SISTEMA OPUS: INFRAESTRUTURA GEORREFERENCIADA.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

O OPUS começou a ser desenvolvido em 2007, quando foram realizados grandes esforços, investimentos, trabalhos multidisciplinares entre equipes do EB. Outros softwares são utilizados durante o processo de desenvolvimento de projetos, entre os quais estão o Autodesk Revit MEP, Autodesk Showcase, Autodesk Navisworks e o Autodesk Infrastructure Modeler (DOM, 2015), como esquematizado na Figura 10.

A implantação da modelagem paramétrica no EB tem como base o constante desenvolvimento e aperfeiçoamento dos processos, capacitação, normatização e bibliotecas. Para, desta forma, realizar a efetiva integração do OPUS com os modelos BIM produzidos pelas CROs e empresas contratadas. O EB busca também a melhoria dos resultados na

gestão de projetos, com a ampla difusão dos conceitos que envolvem esta nova maneira de projetar, realizada em todos os níveis da organização (DOM, 2015).

FIGURA 10 – GESTÃO DE PROJETOS DO EB.



FONTE: DOM, 2015.

3.7 Projetos de Aquartelamentos

O EB estabelece normas para programas e especificações a serem obedecidas pelas Comissões Regionais de Obras na elaboração de projetos de aquartelamentos, conforme estabelecido no Artigo 22, das Instruções Gerais para o Planejamento e a Execução das Obras Militares do Ministério do Exército (IG 50-03, Port Min nº 689, de 20 Jul 88). Segundo estas diretrizes os aquartelamentos devem ser simples, funcionais, confortáveis, austeros e adequados às condições climáticas locais:

- a) ter forma simples e, se possível, planta retangular;
- b) ser moduladas, sempre que possível, adotando-se uma solução que proporcione flexibilidade no caso de eventuais ampliações e adaptações da edificação para outras destinações;
- c) manter entre si os espaçamentos indispensáveis ao bom funcionamento do conjunto, à boa iluminação e à aeração naturais, permitindo a fácil manobra de viaturas e o exercício das atividades normais da OM;

- d) ter aparentes os dutos de instalações de água, esgoto, eletricidade e telefone, sempre que não houver impedimento legal ou técnico, de forma a facilitar a inspeção e a manutenção;
- e) na escolha de materiais e de acabamentos, deverá ter em mente a sua durabilidade, face ao desgaste intenso a que estará sujeito, e às dificuldades de manutenção que as OM enfrentam.
- f) atenção especial deverá ser dada ao conforto térmico das dependências, principalmente naquelas de permanências mais prolongada, como os alojamentos e as dependências administrativas.

Os projetos desenvolvidos pelo EB procuram seguir essas diretrizes, respeitando as particularidades de cada local onde serão construídos. Também devem estar de acordo com as posturas federais, estaduais e municipais, exceto por eventual razão de segurança, justificada pela região militar interessada. De uma maneira geral, as obras desenvolvidas não possuem diferenças significativas em relação ao praticado no mercado da construção civil, principalmente em relação aos métodos construtivos. Porém, a organização dos processos e investimentos em tecnologia impactam diretamente na qualidade dos serviços prestados.

4. DIAGNÓSTICO DO USO DE BIM NA CRO 5

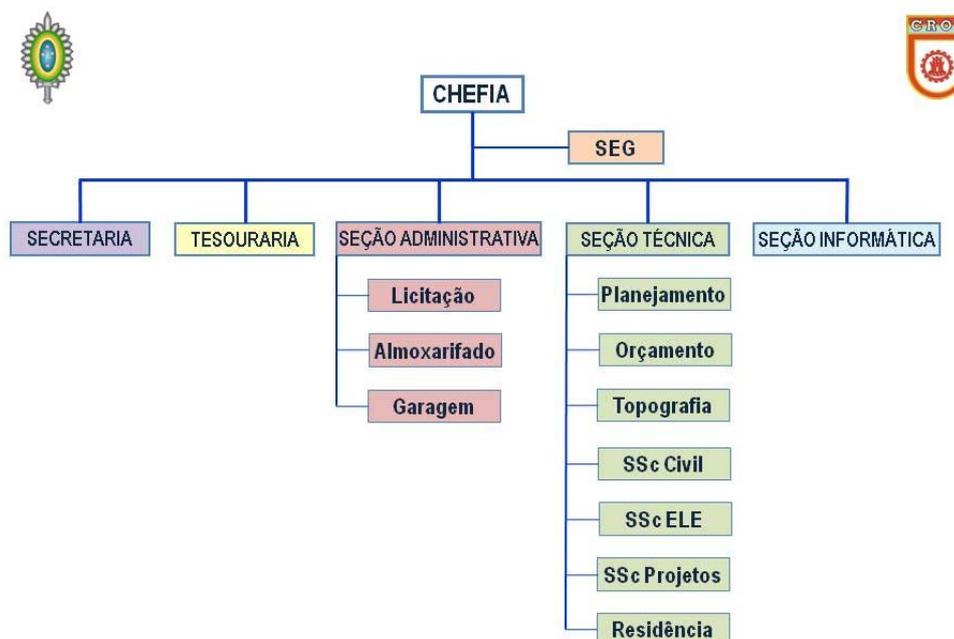
Com o objetivo de coletar dados quantitativos e qualitativos sobre os processos atuais da CRO 5, utilização do BIM e perspectivas futuras, foram analisadas diferentes fontes. Primeiramente foram realizadas entrevistas, modelo no Apêndice 1, com 20 profissionais da seção técnica durante o mês de julho de 2016. Para obter uma maior credibilidade foi entregue aos entrevistados, e aos demais integrantes da seção técnica, um resumo de todos os dados coletados. Assim foi possível um *feedback* e avaliação das informações apresentadas.

As entrevistas são divididas em quatro etapas: a primeira etapa para coleta de dados da equipe técnica e atividades desenvolvidas, a segunda verifica as ferramentas e sistemas utilizados pelo funcionário, a terceira etapa coleta os dados referentes aos processos de trabalho utilizando o BIM, e por fim a quarta e última etapa realiza a verificação dos procedimentos de trabalho realizados para o planejamento das obras.

4.1 Equipe técnica

A CRO 5 é responsável por projetos e obras nas organizações militares dos estados de Paraná e Santa Catarina. Se trata de uma Organização Militar (OM) com autonomia administrativa que conta com uma equipe de 120 funcionários distribuídos em 6 seções de acordo com a estrutura organizacional mostrada na Figura 11:

FIGURA 11 – ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2016.

A seção técnica, participante das entrevistas, possui atualmente 47 profissionais: 14 Engenheiros Civis, 09 Engenheiros Eletricistas, 05 Arquitetos, 02 Topógrafos, 06 Técnicos em Edificações, 01 Técnico em Eletrotécnica, 01 Técnico em Segurança do Trabalho, 03 Desenhistas, 01 Secretário, 01 Tesoureiro, 01 Técnico Administrativo, 02 Auxiliares, 01 Motorista.

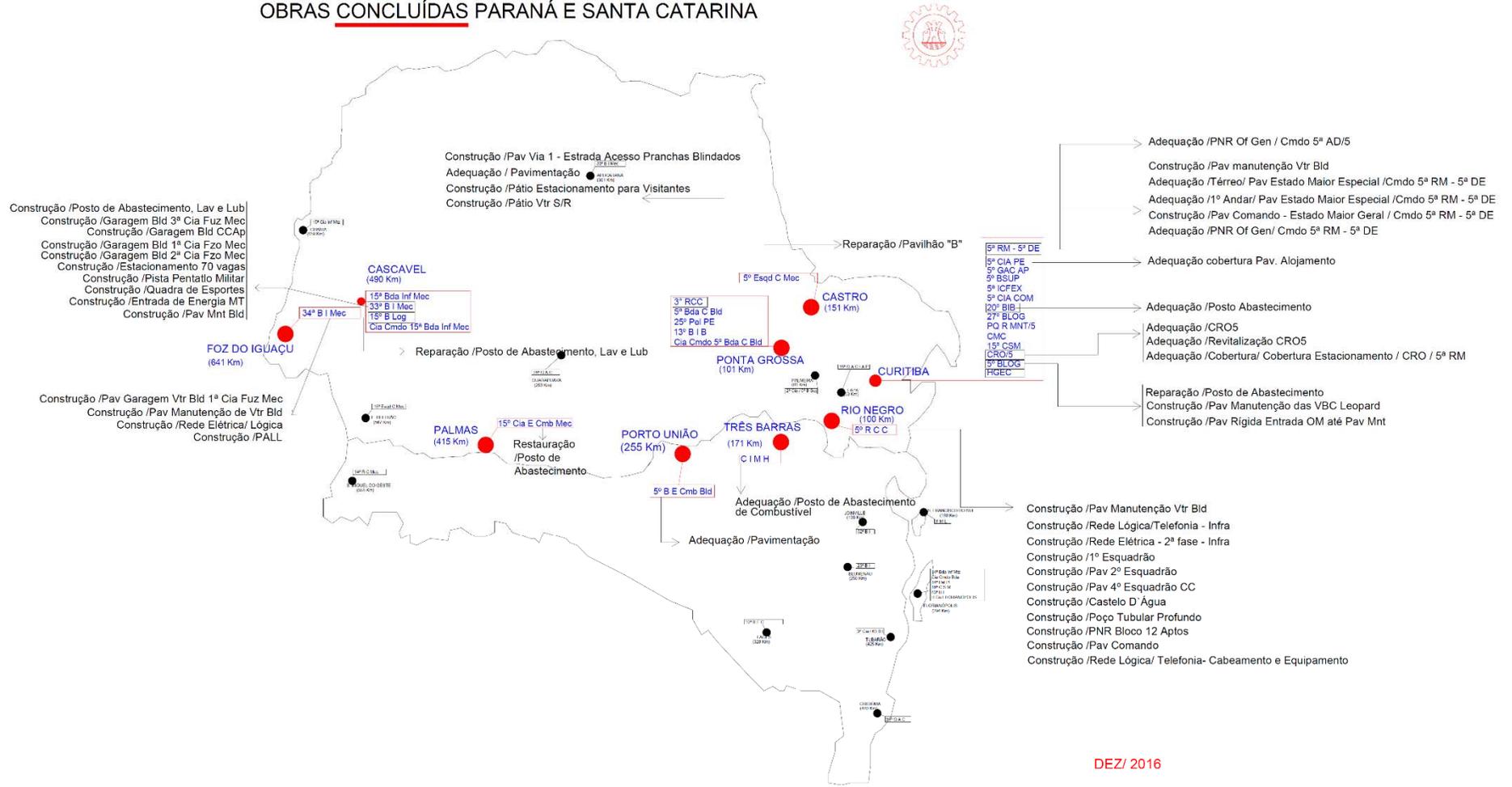
A missão da CRO 5 está descrita no regulamento das Comissões Regionais de Obras:

“São organizações militares diretamente subordinadas às Regiões Militares (RM) e vinculadas tecnicamente à Diretoria de Obras Militares (DOM), incumbidas de execução, no âmbito do Exército, das tarefas relacionadas às obras militares, pertinentes às atividades de construção, ampliação, reforma, adaptação, reparação, restauração, conservação e remoção de benfeitorias e instalações” (RIBEIRO et al., 2015).

No ano de 2016, entre os meses de abril e julho, a CRO 5 estava com 72 obras e 26 projetos em andamento que envolvem os serviços e atividades citados anteriormente. A Figura 12 mostra as principais obras concluídas nos estados de Paraná e Santa Catarina.

FIGURA 12 – PRINCIPAIS OBRAS CONCLUÍDAS.

OBRAS CONCLUÍDAS PARANÁ E SANTA CATARINA



FONTE: ACERVO CRO 5, 2016.

4.2 Serviços e atividades desenvolvidos

Os serviços e atividades realizados pela CRO 5 são bastante diversificados, já que se trata de uma equipe multidisciplinar, o Quadro 05 apresenta a relação dos serviços e atividades desenvolvidos pelos profissionais da CRO 5 presentes na entrevista. A aplicação da entrevista buscou ser realizada com profissionais de diferentes áreas. Dos 20 funcionários entrevistados, 6 são engenheiros civis, 6 engenheiros eletricitas, 2 arquitetos, 2 desenhistas, 3 orçamentistas e 1 técnico agrimensor.

Além de produzirem os projetos arquitetônicos e complementares necessários, muitos profissionais também analisam projetos de terceiros. Estes projetos são contratados por meio de licitações, quando há grande demanda de projetos. Grande parte da equipe realiza muito o desenvolvimento dos cadernos de especificações (70%), orçamentos e quantitativos (65%), e fiscalização de obras (55%). Não existem profissionais responsáveis somente pela fase de projeto ou fiscalização, sendo atuantes em todas as etapas da construção. Entretanto, vale ressaltar, que a execução das obras fiscalizadas pela CRO 5 é sempre realizada por empresas contratadas por meio de licitações.

4.3 Processos organizacionais

A CRO 5 busca melhorias constantes por meio de uso de tecnologias e treinamento de sua equipe. Dentre as ações para melhorar os serviços desenvolvidos, realizadas durante a gestão atual da OM, estão:

- a) Licitações somente com Projetos Executivos;
- b) Certificação em eficiência energética dos projetos e construções, por meio do Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – PBE Edifica (Figura 13);
- c) Levantamentos para Planos Diretores de Organizações Militares (PDOM) com VANT (modelo *Ebee*) e vídeos com Drone (modelo *Inspire 1*),
- d) Elaboração dos projetos em BIM, com os programas da Autodesk, elaborados internamente, ou demais softwares de empresas contratadas, compatibilizados com o formato IFC;
- e) Gerenciamento de projetos e obras com os programas MS Project e Navisworks;
- f) Equipe multidisciplinar de fiscalização de obras, incluindo Engenheiro Civil, Engenheiro Eletricista, Arquiteto, Técnico em Edificações e Topógrafo;
- g) Criação da Seção de Planejamento e Controle.

FIGURA 13 – OBRAS DO 5º RCC COM ETIQUETA A DO PBE EDIFICA.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2016.

Porém alguns processos organizacionais poderiam ser implantados, por não serem muito utilizados, conforme citado pelos entrevistados: programas ou sistemas baseados nas normas ISO, programas ou certificações ambientais, procedimentos de gerenciamento e controle de obras.

4.4 Ferramentas e Sistemas

Dentre os sistemas de amplo uso pelo EB está o OPUS, conforme citado anteriormente, com o qual são realizadas medições, aditivos, carregamento de projetos e controle físico/ financeiro das obras. Os programas Sped e Spark foram desenvolvidos pelo EB, respectivamente, para o controle de documentos e comunicação entre as equipes. Para elaboração dos orçamentos, utiliza-se principalmente o Compor 90, software que apresenta um registro de composições e insumos e gerando relatórios orçamentários. Já a ferramenta de representação e desenvolvimento de projetos mais utilizada pela CRO 5 é o AutoCAD. Ferramentas BIM como o Revit, Infraworks e Navisworks estão sendo implantadas, conforme será abordado a seguir. Para elaboração dos projetos complementares são utilizados outros softwares como o Lumini, Hydros e Eberick, citados pelos entrevistados. O Quadro 5 apresenta as demais ferramentas e sistemas utilizados nos processos de projetos e as principais atividades desenvolvidas.

QUADRO 5 – FERRAMENTAS E SISTEMAS UTILIZADOS PELA CRO 5.

FERRAMENTAS E SISTEMAS	Somatório e % dos profissionais usuários em cada escala*:					Tipo de atividades desenvolvidas	Profissionais
	0	1	2	3	4		
OPUS	5 25%	1 5%	1 5%	6 30%	7 35%	Medições, aditivos, carregamento de projetos, controle físico/ financeiro, parecer técnico.	Grande parte dos entrevistados, com exceção dos desenhistas.
Excel	1 5%	2 10%	3 15%	4 20%	10 50%	Memoriais, quantitativos, cronogramas, orçamentos, controle de protocolos.	Grande parte dos entrevistados, com maior frequência pelos engenheiros.
Spark	4 20%	2 10%	5 25%	1 5%	9 45%	Comunicação, e troca de arquivos.	Todos.
Sped	1 5%	2 10%	7 35%	6 30%	4 20%	Controle de documentos, solicitações OMs, ordem de serviço, notificações para terceiros.	Todos.
Compor 90	7 35%	3 15%	2 10%	3 15%	5 25%	Orçamentos e cronogramas.	Orçamentistas e engenheiros.
MS Project	17 85%	2 10%	0 0%	1 5%	0 0%	Cronograma físico/ financeiro.	Orçamentistas e engenheiros
Sketchup	14 70%	3 15%	3 15%	0 0%	0 0%	Perspectivas e vídeos 3D.	Arquitetos e desenhistas.
Lumion	17 85%	1 5%	2 10%	0 0%	0 0%	Perspectivas e vídeos 3D.	Arquitetos e desenhistas.
Civil 3D	17 85%	2 10%	0 0%	0 0%	1 5%	Elaboração de projetos topográficos e de infraestrutura.	Engenheiros e topógrafos.
AutoCAD	0 0%	3 15%	5 25%	3 15%	9 45%	Elaboração e análise de projetos de diversas disciplinas.	Engenheiros, arquitetos, orçamentistas e desenhistas.
Revit	10 50%	6 30%	0 0%	4 20%	0 0%	Elaboração e análise de projetos de diversas disciplinas.	Engenheiros, arquitetos, orçamentistas e desenhistas.
InfraWorks	19 95%	0 0%	0 0%	1 5%	0 0%	Elaboração de projetos topográficos e de infra.	Engenheiros e topógrafos.
NavisWorks	18 90%	2 10%	0 0%	0 0%	0 0%	Controle/acompanhamento de obras.	Engenheiros e arquitetos.
Autodesk 360	17 85%	1 5%	1 5%	0 0%	1 5%	Verificação dos projetos em campo.	Engenheiros e arquitetos.
**Lumine	14 75%	0 0%	0 0%	0 0%	4 20%	Elaboração projetos elétricos.	Eng. (projetista eletricista).
**Hydros	19 95%	0 0%	0 0%	1 5%	0 0%	Elaboração projetos hidráulicos.	Eng. (projetista hidráulico).
**Eberick	19 95%	0 0%	0 0%	1 5%	0 0%	Elaboração projetos estruturais.	Eng. (projetista estrutural).

NOTAS:

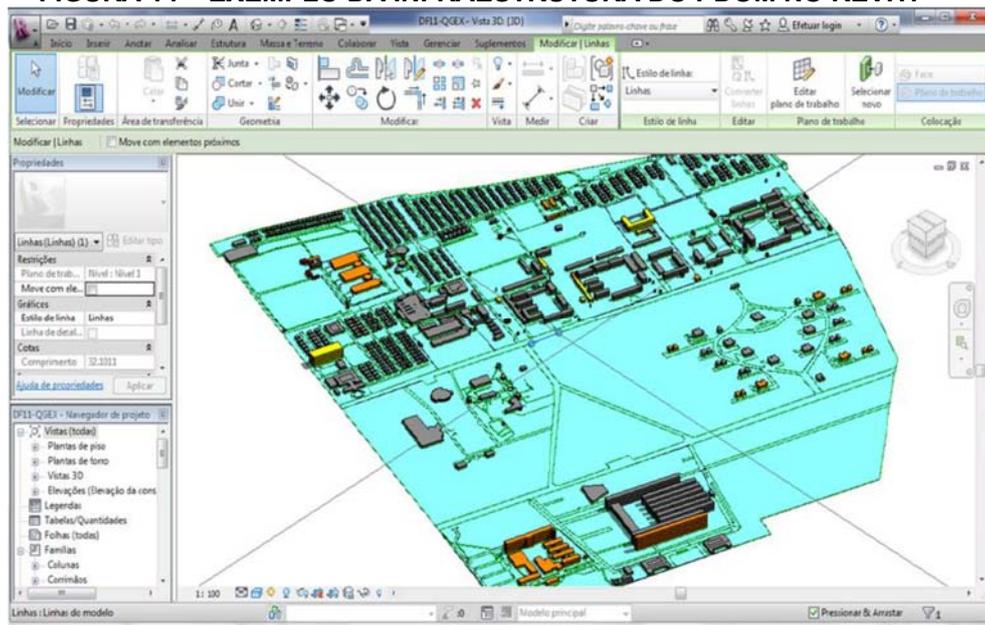
*: ESCALA EM QUE É UTILIZADO: (0) NÃO UTILIZA; (1) UTILIZA POUCO; (2) UTILIZA, MAS NÃO EM TODOS OS PROJETOS; (3) UTILIZA EM TODOS OS PROJETOS; (4) UTILIZA MUITO EM TODOS OS PROJETOS.

** : ITEM ADICIONADO PELO PROFISSIONAL, NÃO PRESENTE NA ENTREVISTA.

FONTE: AUTORA, 2017.

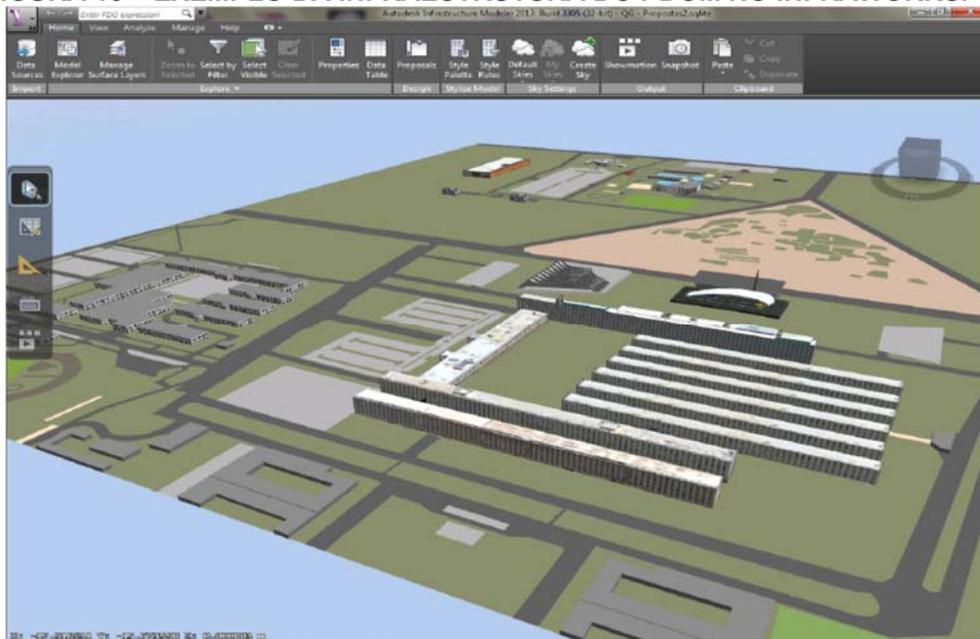
Apesar de o EB possuir parcerias com empresas de softwares como a Autodesk, sendo a maior parte deles utilizados no desenvolvimento dos projetos, não há algum impeditivo para testes e utilização de outras ferramentas. Por exemplo, atualmente a CRO 5 adquiriu o QiElétrico e QiHidráulico para desenvolvimento de projetos complementares, sendo que as atualizações destas ferramentas serão compatíveis com a tecnologia BIM. Além disso, no nível estratégico, softwares como o Revit, Infracore e Civil 3D são utilizados para aprovação do PDOM (Figuras 14 a 16).

FIGURA 14 – EXEMPLO DA INFRAESTRUTURA DO PDOM NO REVIT.



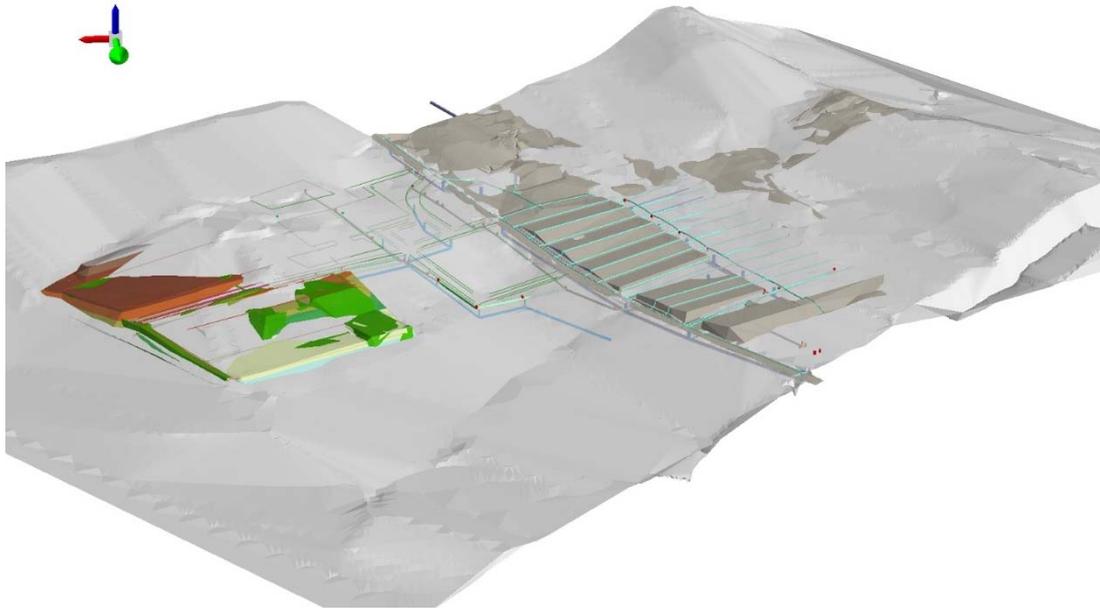
FONTE: NASCIMENTO e LUKE, 2012.

FIGURA 15 – EXEMPLO DA INFRAESTRUTURA DO PDOM NO INFRAWORKS.



FONTE: NASCIMENTO e LUKE, 2012.

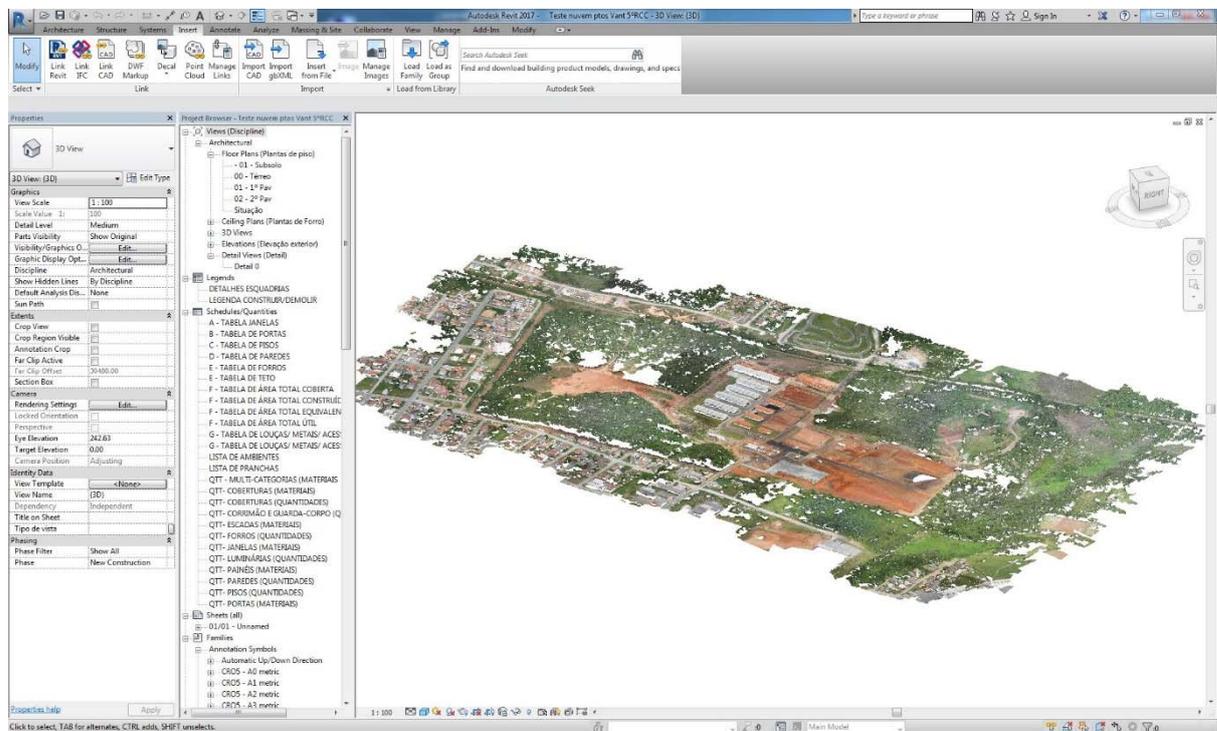
FIGURA 16 – EXEMPLO DA INFRAESTRUTURA DO PDOM NO CIVIL 3D.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

Além destes softwares a equipe de topografia utiliza o VANT para o levantamento topográfico do PDOM, o que garante uma conversão da nuvem de pontos de maneira precisa (Figura 17). Auxiliando tanto no desenvolvimento dos projetos quanto nas medições necessárias.

FIGURA 17 – EXEMPLO DE LEVANTAMENTO DO PDOM EM NUVEM DE PONTOS.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

4.5 Processos de trabalho utilizando o BIM

Todos os entrevistados concordam que a adoção do BIM e sua ampla utilização faz parte da missão da CRO 5. Desta forma, a implantação da tecnologia na CRO 5 procura ser realizada de maneira cíclica, conforme descrição abaixo, de forma que uma fase possa retroalimentar a outra, melhorando os processos de acordo com as experiências, além de aperfeiçoar a equipe e as aplicações das ferramentas.

Basicamente a implantação destes novos processos ocorre em quatro fases:

- a) Fase 01 – Planejamento: definição do plano de implantação que deverá introduzir os conceitos da tecnologia, definir os objetivos e os resultados esperados e promover a aceitação por toda a equipe.
- b) Fase 02 – Implantação: aplicação do plano de implantação, revisão dos processos para aplicação inicial da tecnologia e verificação dos primeiros resultados.
- c) Fase 03 – Verificação: assimilação da ferramenta, verificação dos resultados obtidos até a Fase 03. Revisão do planejamento e dos resultados esperados.
- d) Fase 04 – Aprimoramento: Adequação do plano de implantação em função da avaliação da Fase 03. Melhorias nos processos já implantados e aplicação de novas ferramentas disponibilizadas pelas TIC.

Para os entrevistados, as principais vantagens da implantação do BIM foram melhorar a qualidade do projeto, auxiliar nas especificações e quantitativos, e melhorar a compatibilização dos projetos das diferentes disciplinas. Grande parte acredita que o objetivo em médio prazo da CRO 5 é desenvolver todos os projetos em BIM, o que deve ocorrer em cerca de três anos.

A CRO 5 mantém a equipe sempre capacitada e atualizada, procurando novos cursos, palestras e seminários na área, o que ocorre em média uma vez a cada três meses. Porém, grande parte dos entrevistados (75%) relatou não ter acesso a materiais ou guias de implantação do BIM. Estes materiais poderiam ajudar na utilização do BIM, já que a maior dificuldade relatada foi o entendimento e adaptação aos novos processos.

Todos concordam que para trabalhar utilizando o BIM existe a necessidade de profissionais mais qualificados. Já 95% dos entrevistados afirmam que com a adoção do BIM é preciso um maior número de informações do projeto na fase inicial, com maior participação de profissionais das diferentes áreas. Não houve um consenso quanto às resistências existentes na utilização do BIM nos processos de trabalho: 35% discorda, 35% concorda, e 30% não concorda nem discorda.

Existem pessoas responsáveis pela organização de padrões e adaptações dos softwares utilizados para adequá-los às necessidades da CRO 5, para 75% dos entrevistados. A mesma porcentagem afirma que são realizados investimentos em customizações de softwares ou ferramentas que auxiliem na gestão dos processos. A maior parte dos entrevistados (65%) também concorda que a CRO 5 possui medidas para garantir a interoperabilidade dos aplicativos utilizados pelas diversas disciplinas (estrutural, elétrico, hidráulico, etc.).

A equipe entrevistada também descreveu os principais produtos e diferenciais que podem ser desenvolvidos pela CRO 5 em cada etapa de projeto utilizando a tecnologia BIM:

- a) Conceituação: visualização tridimensional permite uma maior facilidade para entendimento das propostas nas fases iniciais e realização de alterações solicitadas pelas OMs;
- b) Estudos preliminares: facilidade de modificações com desenhos vinculados, realização de análises;
- c) Anteprojeto: contribui na tomada de decisões junto aos clientes (OMs), corrigir problemas antecipadamente;
- d) Projeto básico: padronização da apresentação dos projetos (arquivos padrão *Template*), rapidez nas especificações;
- e) Projeto executivo: verificação de interferências entre projetos, sobreposição das diferentes disciplinas, compatibilização, visualização de detalhes construtivos, orçamentação mais eficaz;
- f) Projetos complementares: entendimento e visualização das propostas, facilidade para verificar pontos críticos e sensíveis, permite ajustes antes da execução;
- g) Documentação da construção: informações mais precisas e organizadas, quantitativos automatizados, lista de materiais, projeto mais completo com menos esforço;
- h) Fiscalização da construção: expansão do projeto para fiscalização, visualização com detalhes para acompanhamento da execução, precisão e valor mais real do custo da obra, com uma quantidade menor de erros ocorrem menos aditivos e rescisão de contrato, relatórios de acompanhamento de obras, previsão dos serviços a serem realizados, ordem construtiva, resolução de dúvidas e acompanhamento na obra com um *tablet*, prazo mais adequado e preciso de acordo com as atividades a serem executadas, controle das fases e simulações;

- i) Avaliação pós-ocupacional: verificar as soluções aplicadas ao fim da obra, comparar construído x projetado, utilização de scanner para projeto *as built*, especificação equipamentos com código para localização e verificação de interferências, comissionamento.

Vale a pena ressaltar que nas etapas de fiscalização da construção e avaliação pós-ocupacional os modelos BIM ainda são pouco utilizados, sendo que os produtos e diferenciais apresentados foram relatados pelos profissionais como possibilidades a serem desenvolvidas pela CRO 5. Assim como em outras empresas brasileiras, o estágio atual do BIM na CRO 5 é de transição de tecnologias. Segundo a AsBEA (2013), para entrar no processo BIM não é impeditivo que alguns dos envolvidos não estejam no mesmo passo de amadurecimento que os demais. O fundamental é que haja planejamento, essa é a chave do sucesso da implantação do BIM nos processos necessários.

4.6 Procedimentos para planejamento de obras

Dos 20 profissionais entrevistados, 15 são da equipe multidisciplinar de planejamento e fiscalização de obras da CRO 5 que selecionou quais os componentes do planejamento das obras realizam. Os componentes do planejamento presentes na entrevista foram levantados de acordo com os principais itens já utilizados pela equipe técnica para o planejamento das obras (Quadro 6).

QUADRO 6 – COMPONENTES DO PLANEJAMENTO DAS OBRAS DA CRO 5.

COMPONENTES DO PLANEJAMENTO DAS OBRAS	PARTICIPA		Somatório e % dos profissionais usuários em cada escala*:				
	SIM	NÃO	0	1	2	3	4
Matriz de envolvidos nos processos e suas responsabilidades	13	2	2 13,3%	0 0%	4 26,7%	6 40%	3 20%
Declarações de escopo com objetivos e subprodutos do projeto	14	1	1 6,7%	0 0%	2 13,3%	7 46,7%	5 33,3%
Plano de prazos (cronogramas)	14	11	1 6,7%	1 6,7%	2 13,3%	2 13,3%	9 60%
Plano de custos (orçamento)	13	2	2 13,3%	1 6,7%	1 6,7%	2 13,3%	9 60%
Linhas de base de medidas de desempenho	11	4	4 26,7%	1 6,7%	3 20%	3 20%	4 26,7%
Linha dos principais marcos e datas previstas	13	2	2 13,3%	1 6,7%	4 26,7%	5 33,3%	3 20%
Planilha de mão-de-obra, seu custo e previsão de realização	11	4	4 26,7%	2 13,3%	3 20%	3 20%	3 20%
Identificação de principais riscos, com respostas planejadas	9	6	6 40%	0 0%	5 33,3%	4 26,7%	0 0%
Listas de questões a resolver e decisões pendentes	13	2	2 13,3%	0 0%	2 13,3%	7 46,7%	3 20%

NOTAS:

*: ESCALA EM QUE É REALIZADO: (0) NÃO REALIZA; (1) ANALISA PROJETO DE TERCEIROS; (2) REALIZA POUCO; (3) REALIZA; (4) REALIZA MUITO.

FONTE: AUTORA, 2017.

Dentre os assuntos e temas tratados pelos profissionais nas reuniões de avaliação de andamento das obras estão: andamento do cronograma, início das atividades, estimativa para término, percentual de atividades terminadas (100%); avaliação do atendimento dos padrões de qualidade (86,6%); avaliação de custos autorizados e incorridos (66,6%); relatórios de status do projeto (100%); relatórios de desvio do projeto (66,6%). Porém 26,6% dos entrevistados afirmaram que não são realizados esses tipos de controle, na maior parte dos casos por falta de tempo ou são realizados de maneira generalista.

Os entrevistados destacaram que além dos assuntos mencionados na entrevista são discutidos, entre as equipes e com a empresa contratada, temas como: aditivos de custos, desvios e riscos, procedimentos de segurança, EPI, controle de acesso, responsabilidades, verificação da regularização das empresas. Estas reuniões ocorrem normalmente de 15 a 30 dias, de maneira presencial, e por troca de e-mails, dependendo da localidade. Na maior parte dos casos são emitidos relatórios de projeto e realizadas medições mensais no OPUS (Figuras 18 e 19).

FIGURA 18 – RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO – OBRAS NO PRAZO.

RelatórioAcompanhamento-11.007



12ª RM

201112000117 - Construção / Pavilhão Rancho / Cmdo 17ª Bda Inf SL, Porto Velho/RO



Nº Contrato: 04/2011

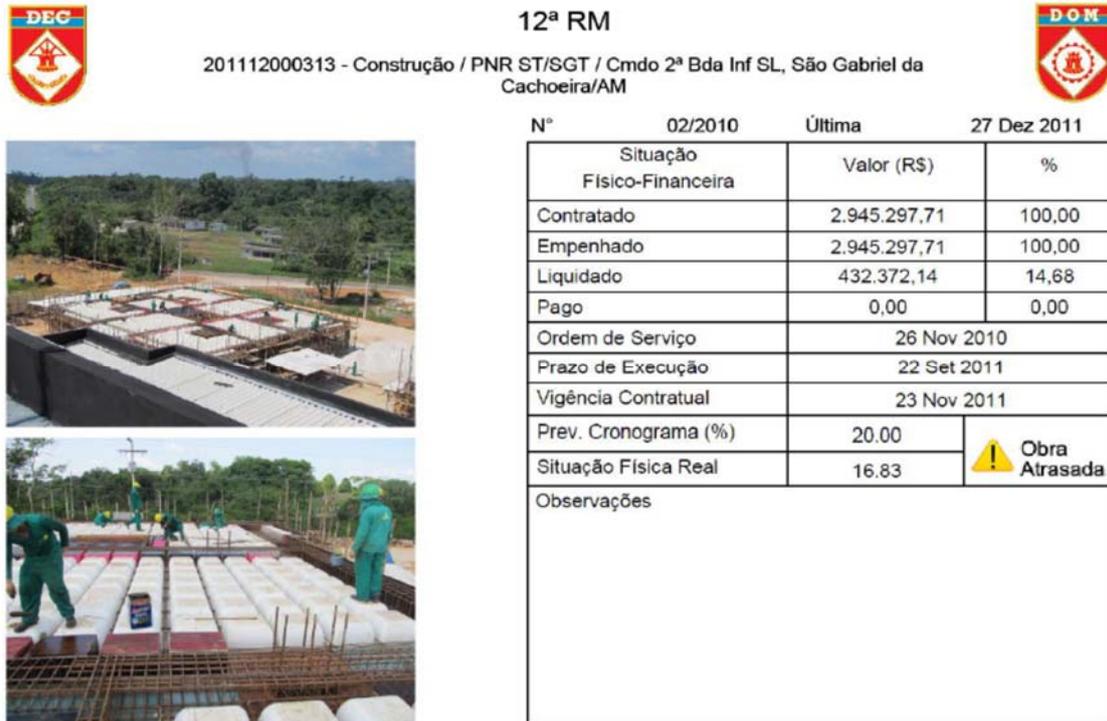
Última medição: 04 Jul 2012




Situação Físico-Financeira	Valor (R\$)	%
Contratado	1.630.313,05	100,00
Empenhado	1.630.313,05	100,00
Liquidado	160.069,43	9,82
Pago	2.604,02	0,16
Ordem de Serviço	15 Mar 2011	
Prazo de Execução	03 Jan 2013	
Vigência Contratual	29 Abr 2013	
Prev. Cronograma (%)	10,00	 Obra no Prazo
Situação Física Real (%)	10,90	
Observações:		

FONTE: NASCIMENTO e LUKE, 2012.

FIGURA 19 – RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO – OBRA ATRASADA.



FONTE: NASCIMENTO e LUKE, 2012.

O escopo da obra é controlado para 73,3% dos entrevistados somente através de orçamentos e memoriais, e para 60% por meio do contrato. Já o cronograma da obra é controlado por 86,6% dos profissionais manualmente com o software Excel. Vários deles colocaram como sugestão a utilização do MS Project de maneira mais efetiva, para a verificação dos desvios de projeto. Vale a pena ressaltar que a DOM é informada constantemente sobre o andamento ou variações das obras por meio do OPUs, principalmente sobre assuntos referentes a aditivos, supressões ou desvios existentes (Figura 20).

FIGURA 20 – ACOMPANHAMENTO DAS OBRAS NO OPUS.

Relatório Acompanhamento Contrato.pdf

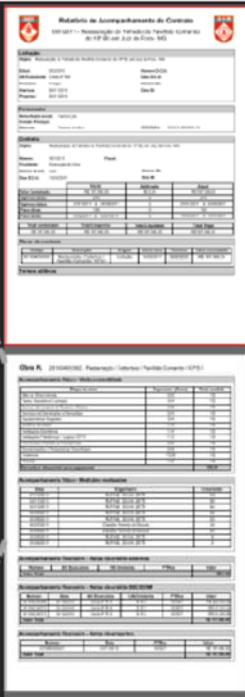
Obra N. 201004000002 - Restauração / Cobertura / Pavilhão Comando / 10º B I

Acompanhamento físico - Visão consolidada

Etapa da obra	Represent. (Peso)	Total medido
Mão de Obra Indireta	5,60	100
Taxas, Impostos e Licenças	0,04	100
Serviço de Limpeza de Terreno e Outros	4,08	100
Serviços de Demolições e Remoções	5,24	100
Equipamentos Alugados	0,44	100
Canteiro de Obras	1,10	100
Instalações Sanitárias	1,34	100
Instalações Telefônicas / Lógica / CFTV	1,12	100
Alvenarias e Painéis de Fechamento	0,30	100
Revestimentos e Tratamentos Superficiais	6,68	100
Cobertura	72,26	100
Pinturas	1,80	100
Percentual disponível para pagamento		100,00

Acompanhamento físico - Medições realizadas

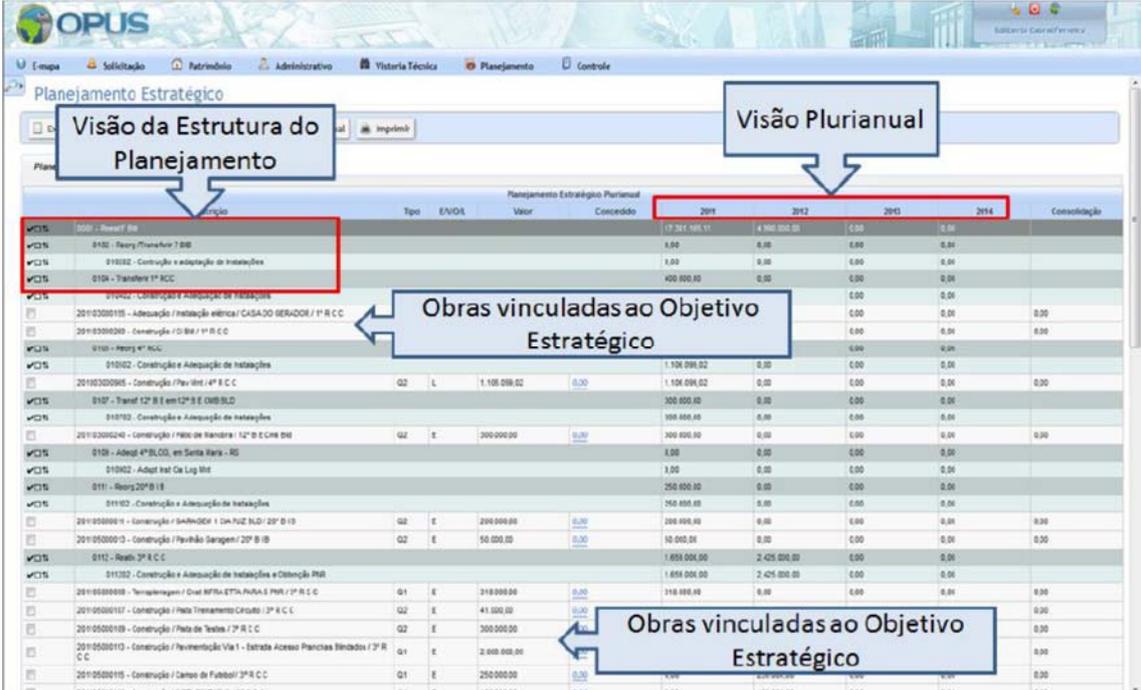
Data	Engenheiro	Concluído
07/12/2011	RAFAEL SILVA LEITE	100
04/11/2011	RAFAEL SILVA LEITE	89
05/10/2011	RAFAEL SILVA LEITE	84
05/09/2011	RAFAEL SILVA LEITE	52
05/08/2011	RAFAEL SILVA LEITE	50
05/07/2011	Claúdio Pereira de Souza	34
02/06/2011	Claúdio Pereira de Souza	24



FONTE: NASCIMENTO e LUKE, 2012.

Portanto, para a equipe, o OPUS funciona como uma grande base de dados onde os projetos e obras são registrados. No nível estratégico, o OPUS também permite o maior controle e organização do planejamento do EB, sendo possível visualizar todas as obras vinculadas aos objetivos estratégicos (Figura 21).

FIGURA 21 – PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO NO OPUS.



Planejamento Estratégico

Visão da Estrutura do Planejamento

Visão Plurianual

Objetivo	Tipo	EVOIS	Valor	Planejamento Estratégico Plurianual				Consolidação
				2011	2012	2013	2014	
000 - Reser. BR			17.347.965,11	4.990.000,00	0,00	0,00	0,00	
0102 - Reser. Transfere 7 BDI			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0103 - Construção e adequação de instalações			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0104 - Transferir 1º RCC			400.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
01042 - Construção e Adequação de Instalações			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20102000105 - Adequação / Instalação elétrica / CASA DO RES-DOR / 1º R C C			1.104.096,02	0,00	0,00	0,00	0,00	
20102000106 - Construção / ID BDI / 1º R C C			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0105 - Reser. 4º RCC			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
01052 - Construção e Adequação de Instalações			1.104.096,02	0,00	0,00	0,00	0,00	
20102000105 - Construção / Instalação elétrica / CASA DO RES-DOR / 1º R C C	Q2	L	1.104.096,02	0,00	0,00	0,00	0,00	
0107 - Transf. 12º B e em 12º B E CNB BLD			300.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
01072 - Construção e Adequação de Instalações			300.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20102000140 - Construção / Mão de Obra / 12º B E CNB BLD	Q2	E	300.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0108 - Adop. 4º BLD, em Santa Rita - RJ			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
01082 - Adop. Int. Ca. Lap. Int			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0111 - Reser. 20º B I B			250.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
01112 - Construção e Adequação de Instalações			250.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20102000115 - Construção / SANIT-DOR / 1 DA / 12º BLD / 20º B I B	Q2	E	250.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20102000116 - Construção / Pavilhão Sangen / 20º B I B	Q2	E	50.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0112 - Reser. 3º R C C			1.659.000,00	2.425.000,00	0,00	0,00	0,00	
01122 - Construção e Adequação de Instalações e Obtenção PNB			1.659.000,00	2.425.000,00	0,00	0,00	0,00	
20102000108 - Transferir / Cust. MFR. ETR. PARA S. PAR. / 3º R C C	Q1	E	318.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20102000107 - Construção / PNB Tratamento Casado / 3º R C C	Q2	E	41.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20102000109 - Construção / PNB de Tendas / 3º R C C	Q2	E	300.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20102000110 - Construção / Revestimento Via 1 - Estrada Acesso Panchas Blindadas / 3º R C C	Q1	E	2.000.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20102000115 - Construção / Campo de Futebol / 3º R C C	Q1	E	250.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0113 - Reser. 10º B I B	Q1	E	148.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Obras vinculadas ao Objetivo Estratégico

Obras vinculadas ao Objetivo Estratégico

FONTE: NASCIMENTO e LUKE, 2012.

5. ESTUDOS EMPÍRICOS

Apesar da ampla utilização dos processos BIM, em nível estratégico com o OPUS, operacionalmente poucas CROs utilizavam ferramentas BIM para elaboração dos projetos desde sua concepção. É importante o uso do BIM desde o início do processo para que os projetos sejam elaborados de maneira colaborativa, ampliando os benefícios do uso dos modelos. Quando as mudanças ocorrem no início do processo, momento no qual ainda é possível simular diversas situações, é mais viável realizar alterações significativas no projeto de acordo com o contexto.

Na CRO 5, havia iniciativas para implantação do BIM na concepção dos projetos desde o início da utilização do OPUS, mas a implantação nestas etapas foi concretizada com a participação desta autora no ano de 2015. A partir deste ano todos os novos projetos arquitetônicos foram elaborados em BIM, e compatibilizados com modelos IFC, quando desenvolvidos também em BIM pelas empresas contratadas para os projetos complementares. A possibilidade de utilizar estes modelos na etapa de planejamento e acompanhamento das obras ampliará os benefícios do uso do BIM na CRO 5.

O método apresentado foi aplicado em quatro projetos que utilizaram Modelos de Informação da Construção 4D para o desenvolvimento de projetos, gestão dos processos e uso das informações em obra. O critério inicial de seleção dos estudos foi o levantamento de projetos que já tivessem ultrapassado as etapas iniciais de implantação do processo BIM. Foram selecionados aqueles que usam ferramentas BIM em parte ou em todos os projetos, porém não foi excludente a participação de profissionais que não dominam o uso destas ferramentas.

Para a presente pesquisa foram escolhidos projetos concebidos pela equipe de arquitetura da CRO 5, e que estavam em fase de planejamento ou início da execução da obra. Foram analisados quatro projetos (Quadro 7) que buscaram utilizar a dimensão tempo na Modelagem da Informação da Construção (BIM 4D) para o planejamento e acompanhamento das obras.

Primeiramente foi realizado um estudo piloto exploratório, para aplicação do método e avaliação dos resultados, para assim lançar diretrizes iniciais do uso do BIM 4D nos demais estudos empíricos selecionados. A autora da pesquisa, como integrante da equipe da seção técnica da CRO 5, possui contato direto com todos os profissionais envolvidos no processo.

A escolha dos estudos empíricos foi realizada de acordo com as seguintes etapas:

- a) Verificação dos propósitos dos modelos 4D: através da revisão bibliográfica sobre Modelagem 4D foram analisados os atuais usos e possíveis aplicações;

- b) Estudos dos softwares utilizados pela equipe e modelos de compatibilização, interoperáveis por meio do formato IFC;
- c) Localização e prazo das obras.

QUADRO 7 – DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS EMPÍRICOS.

Estudos Empíricos	Data início real	Prazo inicial	Características dos projetos
EE1 - Pav Comando AD5	Março/2016	12 meses	Pavilhão administrativo com 1 pavimento.
EE2 - PNR 27° B Log	Fevereiro/2016	18 meses	Bloco residencial com 4 pavimentos.
EE3 - CCCF 34° BI Mec	Dezembro/2016	13 meses	Pavilhão administrativo com 1 pavimento.
EE4 - COp 5ª DE e 11°CT	Novembro/2016	18 meses	Pavilhão administrativo com 3 pavimentos.

FONTE: AUTORA, 2017.

Os dois primeiros estudos selecionados ainda fazem parte do processo de transição de tecnologias, começaram a ser desenvolvidos em CAD bidimensional e posteriormente modelados com ferramentas BIM. O estudo piloto foi um projeto de menor porte e o segundo estudo empírico um projeto de maior porte. Na etapa inicial da pesquisa, ainda não haviam projetos com processos BIM desde a fase de concepção, mas foi possível realizar a modelagem pela equipe da CRO 5. Esta modelagem foi importante para verificar algumas interferências, antes ou durante a etapa de licitação, que ainda puderam ser corrigidas para sua correta execução.

Já o terceiro e quarto estudos utilizaram o BIM desde o início do processo de concepção dos projetos, e grande parte dos projetos complementares recebidos foram também desenvolvidos com ferramentas BIM ou softwares compatíveis. Nestes estudos, foi possível aplicar os procedimentos aprendidos nos anteriores. Apesar das obras não estarem concluídas, foram analisadas as alterações ocorridas nos processos com o uso do BIM. Desta forma foi possível propor o artefato por meio da aplicação das diretrizes para uso de BIM 4D na CRO 5.

Nas próximas seções, serão apresentados os dados coletados das entrevistas com as empresas responsáveis pela execução das obras. Além disso, serão descritos os procedimentos realizados com uso do BIM, as questões de colaboração e interoperabilidade, e os benefícios e dificuldades encontrados.

5.1 Estudo Empírico 1 – Pavilhão Comando AD/5

A Artilharia Divisionária 5 (AD/5), localizada em Curitiba, possui um pavilhão administrativo que foi projetado inicialmente em CAD no ano de 2014. Como os projetos

somente são licitados com o projeto executivo, esta etapa do projeto foi realizada em BIM por esta autora em 2015. Seu desenvolvimento foi realizado no período de transição do uso de ferramentas BIM para elaboração dos projetos da CRO 5. Sendo o primeiro projeto arquitetônico executivo, com um modelo BIM, a ser carregado no OPUS pela CRO 5 (Figura 22).

FIGURA 22 – PLANTA BAIXA EXTRAÍDA DO REVIT - PAVILHÃO COMANDO AD/5.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

O desenvolvimento deste projeto foi importante para alinhar os materiais fornecidos pela DOM com as necessidades processuais da CRO 5. A partir das configurações básicas existentes, foram desenvolvidos arquivos *Template*, padrão para iniciar os projetos, e bibliotecas de acordo com a demanda de projetos da CRO 5. Estas configurações e parametrização dos componentes continuaram a ser aperfeiçoadas durante o desenvolvimento dos demais projetos, e de acordo com as exigências da DOM.

Este estudo empírico teve caráter exploratório e foi relevante para, após o diagnóstico do uso do BIM na CRO 5, aperfeiçoar a modelagem e realizar testes com a aplicação para o uso na etapa de planejamento (4D).

5.1.1 Dados da Empresa 1

A empresa 1 é de pequeno porte e já havia executado outras obras do EB, porém esta foi a primeira obra que passou a utilizar ferramentas BIM no processo de projeto. Os principais softwares utilizados pela empresa para o controle e acompanhamento da obra são o Excel e MS Project. E para leitura dos projetos recebidos utilizam principalmente o AutoCAD. Não apresentou resistências ao uso de tecnologias BIM no processo, mas também teve pouco envolvimento, procurando atender os requisitos mínimos solicitados.

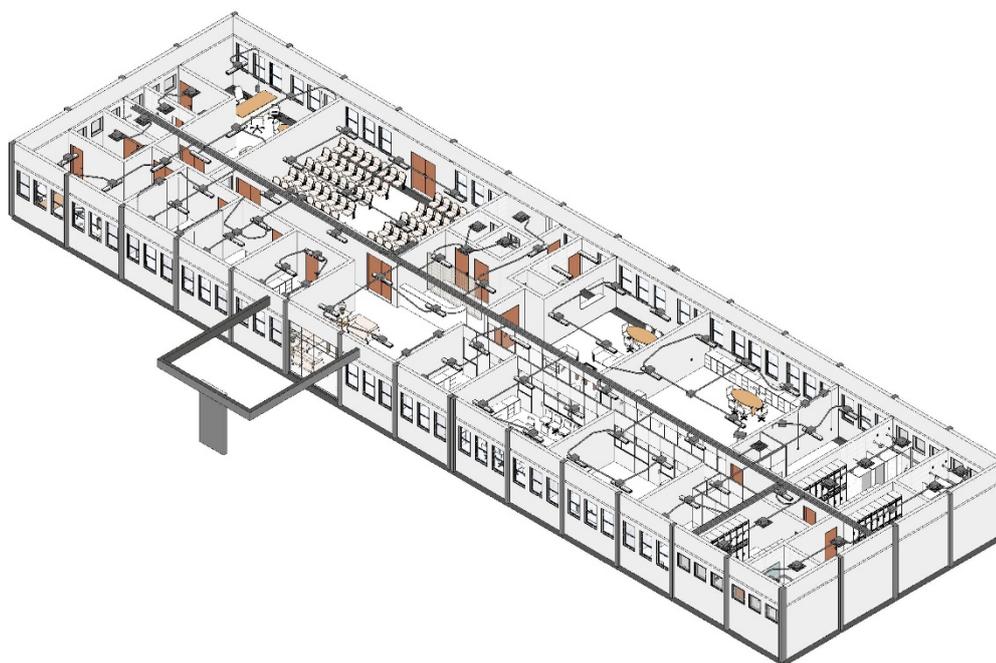
A fiscalização desta obra foi facilitada pela proximidade da obra com a CRO 5, ambos localizados dentro do Quartel General do Pinheirinho. Apesar da busca por melhorias do processo, e do acompanhamento contínuo pela equipe de fiscalização da CRO5, a empresa está com grande atraso na obra. A previsão de término era para abril de 2017, e de acordo com revisões no cronograma somente será finalizada em outubro de 2017.

Se houvesse uma maior participação da empresa, em colaboração com a equipe de fiscalização da CRO 5, a conclusão da obra poderia ter ocorrido como o planejado. Apesar do uso dos modelos, evidenciando o processo e prazos para o andamento da obra, estes modelos não foram utilizados pela empresa executora.

5.1.2 Uso da Modelagem da Informação

O uso do BIM ocorreu parcialmente neste estudo, já que as fases iniciais ocorreram com uso de tecnologias CAD bidimensional. Apesar dos projetos complementares, contratados por empresas que não trabalham em BIM, a CRO 5 desenvolveu a modelagem para compatibilização e uso na etapa de construção (Figura 23).

FIGURA 23 – PROJETO ELÉTRICO MODELADO COM O REVIT MEP.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

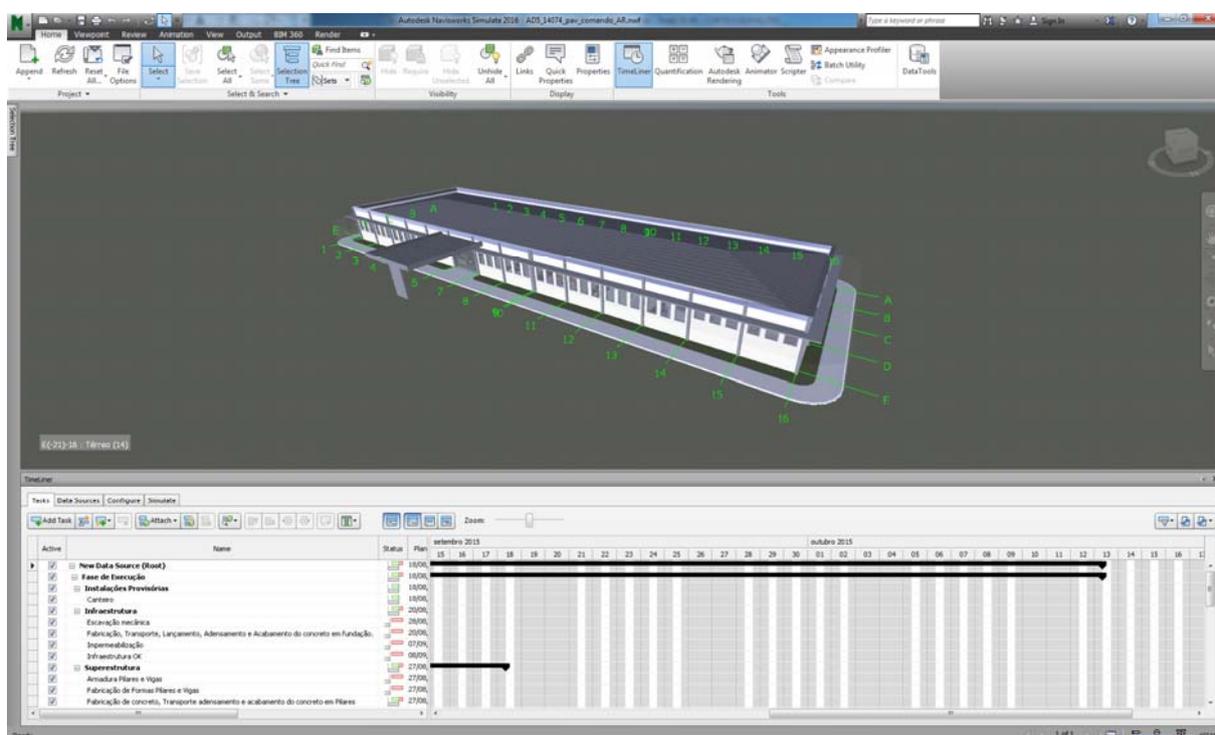
5.1.3 Colaboração e interoperabilidade

Nas etapas iniciais não houve mudanças significativas nos processos, já que foram realizadas com softwares não paramétricos. Após o início do uso do BIM ocorreu uma maior integração entre os profissionais responsáveis por cada disciplina, ainda que em níveis diferentes de aprendizado. A interoperabilidade não foi restritiva neste primeiro estudo, já que

todos os projetos foram modelados pela equipe da CRO 5 em softwares do mesmo fabricante, a Autodesk.

O cronograma da obra, que teve início em março, foi desenvolvido no MS Project e a vinculação realizada com os modelos BIM por meio do software Navisworks. Este cronograma inicial precisou ser adaptado, com um nível de detalhe maior, para que os itens do cronograma pudessem ser vinculados com os componentes mais importantes dos modelos. Esta foi a maior dificuldade no processo, pois a vinculação foi realizada item a item manualmente no Navisworks (Figura 24).

FIGURA 24 – MODELO BIM 4D NO NAVISWORKS.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

No acompanhamento da obra, realizado pelo fiscal da CRO 5, foram utilizados ambos os métodos em paralelo. A atualização era realizada primeiramente no MS Project, método convencional, e posteriormente no Navisworks, novo método BIM 4D proposto. O processo ocorria desta maneira porque o profissional responsável pela fiscalização ainda não dominava as ferramentas BIM disponíveis.

5.1.4 Benefícios e dificuldades

Neste primeiro momento já foi possível observar importantes benefícios com o uso dos processos BIM, mesmo ocorrendo parcialmente. Vale destacar: melhoria na visualização das alterações realizadas nas propostas, documentação do projeto produzida de maneira

integrada e precisa, compatibilização mais eficaz, aumento da qualidade do projeto executivo, entendimento da evolução construtiva junto ao cronograma proposto.

Porém, nesta etapa de transição, é difícil realizar todas as potencialidades das ferramentas, pois os processos ainda estão sendo alinhados a estas novas tecnologias. A falta de padrões e bibliotecas configurados também confere certa morosidade ao processo. De qualquer forma o estudo piloto foi válido para estudar as possibilidades do uso do modelo na etapa de planejamento e execução da obra. O Quadro 8 apresenta, de forma resumida, as principais conclusões do uso do BIM 4D verificadas com o Estudo Empírico 1.

QUADRO 8 – CONCLUSÕES GERAIS DO USO DO BIM 4D – ESTUDO EMPÍRICO 1.

INFORMAÇÕES COLETADAS	ANÁLISES E CONCLUSÕES
Benefícios agregados	Projeto piloto serviu como exemplo para desenvolvimento dos demais.
Dificuldades encontradas	Adaptação dos padrões e bibliotecas existentes, falta de tempo para realizar todas as configurações necessárias.
Responsáveis pela organização de padrões e adaptações do programa	Internamente, somente os profissionais responsáveis pelos projetos arquitetônicos, principalmente a autora desta pesquisa.
Medidas para garantir interoperabilidade entre programas	Ocorreu parcialmente, já que os projetos foram modelados a partir de projetos CAD bidimensionais.
Revisões nos processos de trabalho	Integração da equipe na etapa de projeto executivo e compatibilização.
Gerenciamento e compartilhamento dos arquivos produzidos	Internamente pela rede, arquivos produzidos com softwares do mesmo fabricante, após finalizados carregados no OPUS.
Estratégia adotada para uso da modelagem da obra	Desenvolvimento em paralelo com metodologias convencionais, tabelas Excel e MS Project, e incorporação de novas metodologias com uso do BIM.
Metas em relação ao uso do BIM 4D	Capacitação de toda a equipe, concepção e recebimento de arquivos desenvolvidos com ferramentas BIM. Maior detalhamento dos cronogramas elaborados pela CRO 5 e empresa contratada para execução da obra.

FONTE: AUTORA, 2017.

5.2 Estudo Empírico 2 – PNR do 27º B Log

O segundo estudo realizado (Figura 25) é um Próprio Nacional Residencial (PNR), segundo a IG 50-03 da DOM: “edificação de um ou mais pavimentos, isolada (casa) ou integrante de apartamentos, utilizada com a finalidade específica de servir de residência para o pessoal do Exército, com seus dependentes.” Os processos foram similares ao primeiro

estudo: inicialmente, os projetos foram desenvolvidos com softwares não paramétricos, sendo modelados para compatibilização e uso na etapa de construção. O principal diferencial em relação ao primeiro estudo é o porte da obra, o que aumentou a complexidade dos modelos e vínculos com o planejamento realizado.

FIGURA 25 – PERSPECTIVA VILA MILITAR 27º BLOG.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

Este projeto possui uma tipologia arquitetônica padrão que foi amplamente utilizado pelo EB, sendo executado em diversas localidades. O projeto original não havia sido concebido em BIM, mas possui vários dados coletados referentes à sua construção. Estas informações foram importantes para a elaboração de um planejamento mais adequado à execução da obra.

5.2.1 Dados da Empresa 2

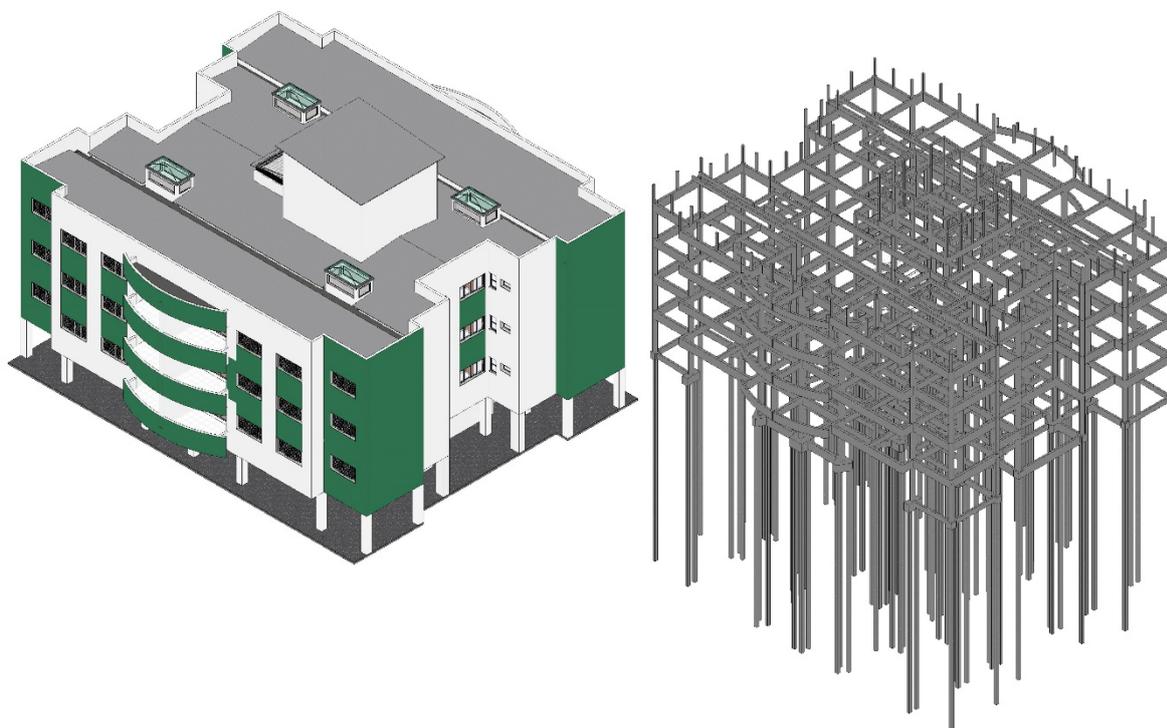
A empresa responsável pelo segundo estudo empírico não possui sede em Curitiba, e também não havia acompanhado alguma obra que utilizasse processos BIM. Utiliza basicamente o Excel para controle e acompanhamento da obra, e o AutoCAD para leitura dos projetos recebidos. A empresa não buscou o envolvimento com a equipe da CRO5, e apresentou problemas trabalhistas que também atrasaram o andamento da obra. Foram apresentados os cronogramas de outras edificações semelhantes já edificadas, assim como os modelos 4D para facilitar o reajuste dos prazos e continuidade da obra.

5.2.2 Uso da Modelagem da Informação

Este projeto não foi concebido em BIM, mas seus modelos foram realizados pela CRO 5 com o mesmo intuito do estudo anterior (Figura 26). Os modelos foram utilizados para o

planejamento da obra de construção de dois edifícios de 12 apartamentos cada e parte da infraestrutura da Vila Militar do 27º Batalhão Logístico, em Curitiba.

FIGURA 26 – PROJETOS ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL MODELADOS COM O REVIT.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

5.2.3 Colaboração e interoperabilidade

A colaboração neste segundo caso ocorreu de maneira similar ao primeiro, somente a modelagem foi mais demorada devido à complexidade do projeto. O arquivo padrão para início das modelagens já estavam com as principais configurações realizadas, o que facilitou o processo. A interoperabilidade também não foi restritiva, porém o número de interferências encontradas foi maior devido a problemas de compatibilidade entre os projetos realizados inicialmente em ferramentas convencionais. Este já foi um grande benefício da troca de tecnologias, por detectar problemas e incompatibilidades antes da execução da obra.

A obra teve início em fevereiro de 2016 e seu cronograma inicial também foi desenvolvido no MS Project, com a vinculação dos modelos BIM por meio do software Navisworks. O nível de detalhe desta obra foi maior facilitando o acompanhamento junto aos modelos produzidos. A equipe também melhorou o domínio das ferramentas, realizando uma opção de vínculo automático com o cronograma. Entretanto nem todos os elementos funcionaram adequadamente, sendo necessário revisões e algumas adaptações de acordo com o desenvolvimento da obra.

5.2.4 Benefícios e dificuldades

A introdução das ferramentas BIM, mesmo em etapas tardias nestes estudos, aproximou as equipes e diversos profissionais responsáveis em um processo cada vez mais colaborativo. Nas compatibilizações várias decisões foram tomadas em conjunto, antecipando problemas que prejudicariam o andamento da obra. A melhoria na visualização das propostas agilizou estas decisões e conseqüentemente aumentou a qualidade da documentação produzida. As principais conclusões e análises do Estudo Empírico 2 estão resumidas no Quadro 9.

QUADRO 9 – CONCLUSÕES GERAIS DO USO DO BIM 4D – ESTUDO EMPÍRICO 2.

INFORMAÇÕES COLETADAS	ANÁLISES E CONCLUSÕES
Benefícios agregados	Maior proximidade entre os profissionais envolvidos, antecipação de problemas e melhoria da qualidade das documentações produzidas.
Dificuldades encontradas	Integração com a empresa responsável pela execução, qualidade dos projetos complementares contratados.
Responsáveis pela organização de padrões e adaptações do programa	Internamente, agora com integração maior dos demais profissionais das outras disciplinas envolvidas.
Medidas para garantir interoperabilidade entre programas	Ocorreu parcialmente, já que os projetos foram modelados a partir de projetos CAD bidimensionais.
Revisões nos processos de trabalho	Integração da equipe na etapa de projeto executivo e compatibilização.
Gerenciamento e compartilhamento dos arquivos produzidos	Internamente pela rede, arquivos produzidos com softwares do mesmo fabricante, após finalizados carregados no OPUS.
Estratégia adotada para uso da modelagem da obra	Desenvolvimento em paralelo com metodologias convencionais, tabelas Excel e MS Project, e incorporação de novas metodologias com uso do BIM.
Metas em relação ao uso do BIM 4D	Melhorar integração com as empresas responsáveis pela execução das obras. Melhorar automatização dos vínculos com o cronograma, atualização constante do andamento da obra.

FONTE: AUTORA, 2017.

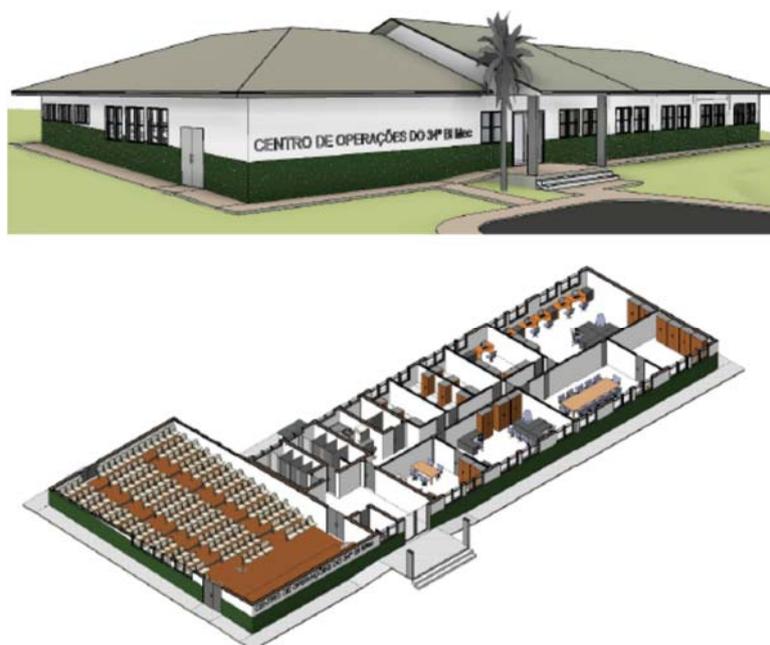
Uma das dificuldades encontradas, que também ocorreu no estudo anterior, foi a integração com a empresa responsável pela execução da obra. A facilidade de troca de informações, e transparência dos processos, nem sempre ocorre da mesma forma que com as equipes da CRO 5. Mas o principal fator ainda foi a pouca participação da empresa responsável pela execução das obras, dificultando a organização das informações necessárias para a atualização dos modelos e cronogramas.

Outro fator relevante, destacado com as modelagens realizadas, foi a falta de qualidade dos projetos complementares terceirizados. As licitações atualmente não exigem a elaboração dos projetos em BIM, e em grande parte dos casos foram necessárias várias revisões nos projetos para que atendessem as demandas adequadamente.

5.3 Estudo Empírico 3 – Centro de Comando e Controle Fixo do 34º BI Mec

O Centro de Comando e Controle Fixo (CCCF) do 34º Batalhão de Infantaria Mecanizado (Figura 27) é localizado em Foz do Iguaçu, estes projetos foram desenvolvidos pela CRO 5 em BIM desde as etapas iniciais. Os modelos foram utilizados para a compatibilização dos projetos, no processo de etiquetagem do PBE Edifica, e no planejamento e controle da obra.

FIGURA 27 – PERSPECTIVAS CENTRO DE COMANDO E CONTROLE FIXO DO 34º BI MEC.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

Neste terceiro estudo empírico, foi possível observar claramente a melhoria do processo desde as etapas iniciais do projeto, sendo colaborativo e multidisciplinar com o uso do BIM. Foram realizadas diversas configurações e padrões das ferramentas, agilizando o desenvolvimento dos próximos projetos. Buscou-se também um maior envolvimento da empresa contratada para a execução da obra, evidenciando os benefícios do uso do BIM nesta etapa.

5.3.1 Dados da Empresa 3

A empresa 3 atua especificamente na execução de obras desde 2007, sendo que o Estudo Empírico 3 foi a primeira obra do EB executada pela empresa. Os principais softwares utilizados pela empresa são o Excel, para orçamentos, cronogramas e controle; e o Sienge

para gerenciamento, controle financeiro e compras. Já para visualização dos projetos e detalhes construtivos a empresa utiliza principalmente o AutoCAD e Autodesk 360°.

A empresa acredita que a implantação do BIM busca a melhoria dos processos, mas não possui outros contratos com projetos desenvolvidos em BIM. Os benefícios e dificuldades com o uso de modelos BIM ainda estão sendo percebidos com o planejamento desta obra do CCCF, em conjunto com a CRO 5. Porém, não houve resistências por parte da empresa, que busca compreender e integrar o BIM aos seus processos.

Um dos desafios deste estudo é a distância entre a CRO 5 e a obra, a troca de informações ocorre principalmente em nuvem e por correspondências eletrônicas. São realizadas, a cada 15 dias no máximo, reuniões para verificar o andamento do cronograma, avaliação do atendimento dos padrões de qualidade exigidos, apresentação do executado até o momento e relatórios de desvio do projeto. O fiscal da CRO 5 realiza viagens, no máximo mensais, para acompanhamento e medição da obra. Se houverem atrasos ou desvios, as justificativas devem ser apresentadas no OPUS. Todos os dados referentes à obra são carregados pelo fiscal no OPUS, sistema pelo qual os profissionais envolvidos e chefias tem acesso a estas informações.

5.3.2 Uso da Modelagem da Informação

O terceiro estudo empírico já ocorreu após o processo de implantação das ferramentas BIM desde as etapas de concepção do projeto. Desta forma, foi possível simular diversas soluções, assim como melhorar a integração das equipes desde as etapas iniciais.

Neste estudo, a equipe de topografia realizou diversos vídeos com o drone (Figura 28), o que facilitou o desenvolvimento do estudo preliminar, melhorando a visualização de detalhes da localização. A implantação foi desenvolvida em conjunto com a equipe de arquitetura. O estudo foi elaborado de forma a aproveitar o desnível do terreno, para a proposta do auditório, além de evitar o corte da vegetação existente. A importação da superfície topográfica elaborada no Civil 3D para o Revit ocorreu de maneira precisa, sendo possível analisar as informações obtidas no levantamento topográfico.

FIGURA 28 – LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DO CENTRO DE COMANDO E CONTROLE FIXO.

FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

Os projetos complementares, estrutural e elétrico, também foram desenvolvidos internamente. Somente o projeto da fundação e o projeto hidráulico foram realizados por empresas terceirizadas, que utilizaram ferramentas bidimensionais. Estes projetos também foram modelados pela equipe da CRO 5.

5.3.3 Colaboração e interoperabilidade

A colaboração no desenvolvimento destes projetos foi intensa, sendo que o estrutural foi elaborado com o CypeCAD e o elétrico com o Lumini. Na verificação de interferências entre as disciplinas, na etapa de projeto executivo, houve um número significativamente menor de incompatibilidades. Também foram extraídas diversas informações, de especificações e quantitativos, para a elaboração do orçamento e termo de referência.

Ao final deste estudo empírico foram realizadas atualizações no arquivo *Template*, padrão para início dos projetos, incluindo as tabelas utilizadas para extração dos quantitativos. Também foram levantadas as informações necessárias no desenvolvimento dos projetos complementares, que foram solicitadas na contratação dos projetos complementares do próximo estudo empírico.

5.3.4 Benefícios e dificuldades

Com a utilização do BIM desde as etapas iniciais foi possível a avaliação e aperfeiçoamento dos processos, assim como configurações dos arquivos padrão e bibliotecas utilizadas. A integração entre equipes melhorou as práticas realizadas, e as lições aprendidas foram importantes para o desenvolvimento dos próximos projetos realizados pela CRO 5.

Mas, alguns fatores também dificultaram o aperfeiçoamento do processo, principalmente na atualização dos modelos de acordo com o andamento da obra. A distância dificultou o acompanhamento constante da evolução da obra. Espera-se que com a implantação efetiva dos modelos 4D nas obras do EB os benefícios serão evidenciados, fazendo com que as empresas passem a adotar as ferramentas em seus demais processos. As conclusões gerais sobre o uso do BIM 4D verificadas com o Estudo Empírico 3 são apresentadas, resumidamente, no Quadro 10.

QUADRO 10 – CONCLUSÕES GERAIS DO USO DO BIM 4D – ESTUDO EMPÍRICO 3.

INFORMAÇÕES COLETADAS	ANÁLISES E CONCLUSÕES
Benefícios agregados	Uso do BIM desde as etapas iniciais possibilitou várias simulações, avaliação e aperfeiçoamento dos processos.
Dificuldades encontradas	Distância da obra, pouca participação da empresa responsável pela execução da obra.
Responsáveis pela organização de padrões e adaptações do programa.	Avaliação dos padrões no processo como um todo, com participação de diversos profissionais.
Medidas para garantir interoperabilidade entre programas	Pouca integração entre os softwares dos diferentes fabricantes, mas como o processo foi realizado em grande parte internamente não houve grandes prejuízos pela falta de interoperabilidade.
Revisões nos processos de trabalho	Desenvolvimento do processo de maneira multidisciplinar desde o início do projeto.
Gerenciamento e compartilhamento dos arquivos produzidos	Internamente pela rede, após finalizados carregados no OPUS.
Estratégia adotada para uso da modelagem da obra	Incorporação de novas metodologias com BIM desde o início, mas ainda com metodologias convencionais.
Metas em relação ao uso do BIM 4D	Melhorar integração com as empresas responsáveis pela execução das obras, melhorar o acompanhamento e atualização das informações.

FONTE: AUTORA, 2017.

5.4 Estudo Empírico 4 – 11º Centro de Telemática e Centro de Operações da 5ª DE – Avaliação do Proposto

O 11º Centro de Telemática e Centro de Operações da 5ª Divisão do Exército possuem um pavilhão administrativo localizado em Curitiba (Figura 29), este projeto arquitetônico foi desenvolvido pela equipe multidisciplinar da CRO 5 em BIM. Os modelos também foram utilizados para a compatibilização dos projetos, no processo de etiquetagem PROCEL, e no planejamento e controle da obra. Neste estudo, os projetos complementares, contratados por empresas terceirizadas, foram desenvolvidos em BIM ou softwares compatíveis.

FIGURA 29 – PERSPECTIVA DO 11º CENTRO DE TELEMÁTICA E COP DA 5ª DE.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

Neste último estudo empírico, foi aplicado o artefato proposto, as diretrizes para uso do BIM 4D, validando os benefícios e melhores práticas verificados nos estudos anteriores. Todos os profissionais envolvidos já estavam cientes das alterações dos processos com o BIM em todas as etapas, incluindo a contratação dos complementares e a execução da obra.

5.4.1 Dados da Empresa 4

A empresa 4 atua desde 2011 na execução e gerenciamento de projetos, e está executando atualmente duas obras do EB. Dentre os serviços prestados, estão as atividades de compatibilização de planilhas orçamentárias, memoriais descritivos e projetos. Além da gestão de pessoas em todos os diferentes escopos, passando por mão de obra próprias dos colaboradores, bem como subcontratados, empreiteiras, fornecedores, entre outros.

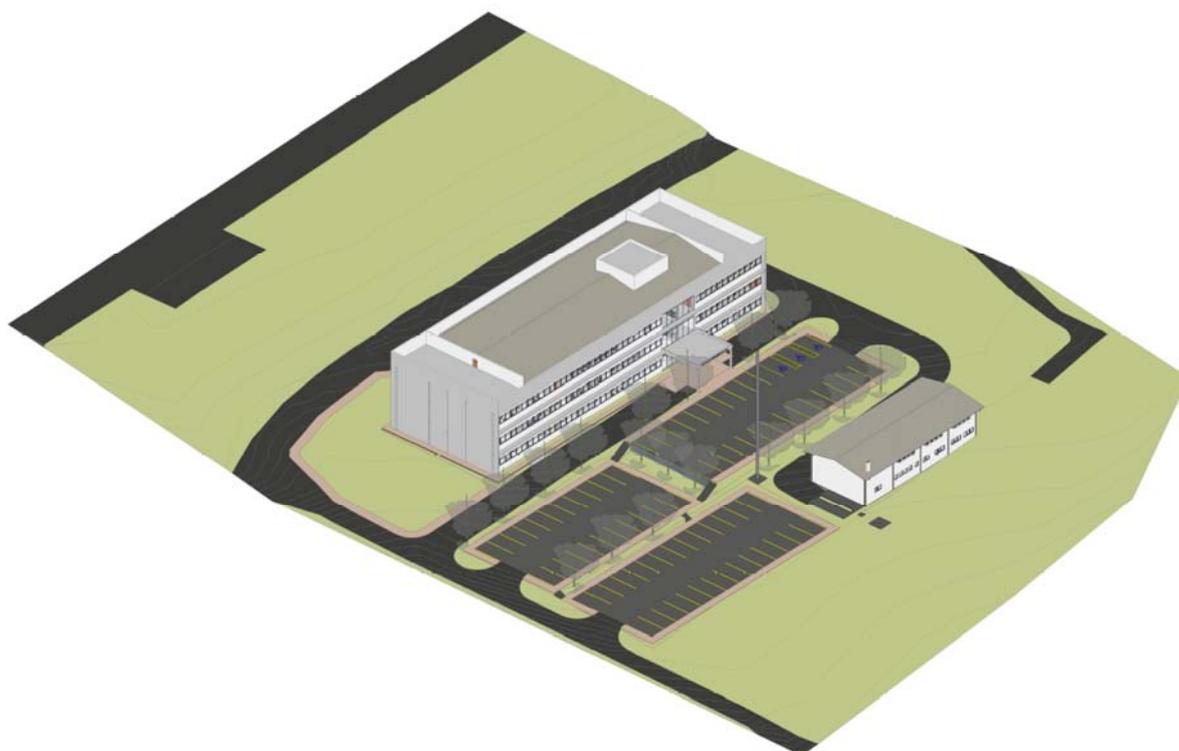
Para as atividades específicas técnicas de escritório utiliza softwares como o Excel, para acompanhamento e controle, e Autocad, Ebérick, Lumine, Hydros, Revit, para análise de projetos e *as built*. Atualmente, a empresa trabalha principalmente com projetos básicos, sem terem sido fornecidos modelos BIM. Mas acredita que o BIM viabiliza a integração plena de todos os projetos arquitetônicos com os complementares, podendo-se verificar a interferência de cada um nos demais, e prevendo-se possíveis falhas, de forma a aprimorar o cronograma físico-financeiro.

A empresa já destaca alguns benefícios com o uso do BIM, como a identificação de pontos e caminhos críticos, afim de prever possíveis soluções ou alternativas que diminuam o prazo de execução. Também relata que os modelos evitam eventuais transtornos pela má interpretação dos projetos. Entretanto, destaca algumas dificuldades como a capacitação prévia dos envolvidos, para utilização dos softwares, demandando tempo e custos. Estes fatores nem sempre estão disponíveis no momento necessário para a mudança nos processos.

5.4.2 Uso da Modelagem da Informação

O último estudo empírico procurou avaliar os processos propostos nos estudos anteriores. A equipe já havia passado pela etapa de transição inicial e também foi solicitada uma participação maior das empresas terceirizadas do processo. O processo foi balizado pelos pontos positivos verificados, e nas necessidades de revisões diante das dificuldades anteriores. Então todos os profissionais envolvidos, incluindo os terceirizados, estavam envolvidos nas mudanças necessárias durante o processo.

FIGURA 30 – IMPLANTAÇÃO EXTRAÍDA DO REVIT.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

5.4.3 Colaboração e interoperabilidade

Buscou-se, neste estudo, o desenvolvimento de todas as etapas em BIM de maneira colaborativa. Apesar de não ser uma exigência do edital, os projetos complementares foram desenvolvidos também em BIM, ou softwares compatíveis, pelas empresas contratadas (Figuras 30 e 31).

O projeto estrutural foi realizado com o software TQS e o hidráulico com o Revit MEP. Apenas o elétrico foi desenvolvido em CAD 2D, mas foi modelado para a compatibilização com participação da empresa contratada. O objetivo foi evidenciar os benefícios do uso do BIM, e não somente realizar a modelagem internamente pela equipe da CRO 5. Os modelos

também foram utilizados para compatibilização com as demais disciplinas, no processo de etiquetagem PROCEL, e no planejamento e controle da obra.

FIGURA 31 – ESTUDOS DE LANÇAMENTOS ESTRUTURAIS EM CONCRETO MOLDADO IN LOCO E PRÉ-FABRICADO – MODELOS RECEBIDOS EM IFC.



FONTE: ACERVO CRO 5, 2017.

5.4.4 Benefícios e dificuldades

A localização desta obra é um facilitador no processo de acompanhamento da obra, já que também está no Quartel General do Pinheirinho. Mas o principal benefício para a efetiva integração dos profissionais foi o envolvimento de todas as partes, o que potencializou o uso da ferramenta. Uma das dificuldades que podem ocorrer nos próximos projetos é a questão do BIM não ser uma exigência de contrato, o que depende da capacitação voluntária das empresas. Se esta questão do uso do BIM já fosse inserida nas licitações poderia melhorar a qualidade técnica e domínio das ferramentas por parte das empresas

participantes. As principais conclusões verificadas no Estudo Empírico 4 estão apresentadas no Quadro 11.

QUADRO 11 – CONCLUSÕES GERAIS DO USO DO BIM 4D – ESTUDO EMPÍRICO 4.

INFORMAÇÕES COLETADAS	ANÁLISES E CONCLUSÕES
Benefícios agregados	Efetiva integração no processo com o BIM de todas as partes envolvidas
Dificuldades encontradas	O uso do BIM não é uma exigência do edital.
Responsáveis pela organização de padrões e adaptações do programa	Maior participação dos diversos profissionais, tanto da CRO 5 como das empresas contratadas, para organizar seus respectivos padrões.
Medidas para garantir interoperabilidade entre programas	Foram testadas troca de informações por meio do formato IFC, utilizado somente para leitura e compatibilização. Cada disciplina ficou responsável por realizar as alterações necessárias.
Revisões nos processos de trabalho	Buscou-se integrar também os profissionais das empresas contratadas.
Gerenciamento e compartilhamento dos arquivos produzidos	Em nuvem ou no formato IFC, após finalizados carregados no OPUS.
Estratégia adotada para uso da modelagem da obra	Foram esclarecidas e enfatizadas as novas metodologias com uso do BIM, sendo preferencialmente utilizadas no acompanhamento da obra.
Metas em relação ao uso do BIM 4D	Integração dos modelos e cronogramas em todos os projetos, criar contratos com exigências e esclarecimento do processo BIM em todo o ciclo de vida da edificação.

FONTE: AUTORA, 2017.

6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os estudos empíricos apresentados demonstraram como ocorreu o uso do BIM 4D em projetos e obras realizados pela CRO 5. Foram apresentados os dados referentes à CRO 5, as especificidades de cada caso e empresas contratadas, assim como os benefícios e dificuldades encontrados. Apesar de experiências distintas com o uso do BIM 4D, foi possível levantar fatores em comum que podem contribuir para a proposta de diretrizes que possam ser utilizadas em outras CROs, assim como para outras instituições públicas e privadas que busquem implantar este processo. A seguir, é apresentada a análise destes fatores, que foi a base para a elaboração das diretrizes de uso do BIM 4D.

6.1 Gestão dos processos

O planejamento estratégico é um fator determinante nos processos do EB, de uma forma ampla em todas as suas organizações. Especificamente, no Sistema de Obras Militares (SOM), a motivação para implantação de novas tecnologias sempre esteve presente desde os mais altos níveis hierárquicos até os níveis operacionais. O desenvolvimento do OPUS impulsionou a utilização do BIM em todo o EB, sendo uma grande base de dados para gestão e controle de todos os processos que envolvem o ciclo de vida das edificações e Plano Diretor (PDOM) onde estão inseridas.

Apesar do apoio existente, nem todas as CROs desenvolviam seus processos em BIM desde as etapas iniciais do projeto, tampouco para o planejamento das obras militares (BIM 4D). A adoção dos processos BIM ocorreu de maneira gradual, neste caso primeiro em nível estratégico, posteriormente em nível operacional. A capacitação profissional da equipe, para trabalhar com o uso do BIM, é uma das dificuldades do EB. Existem diversos níveis de conhecimento, uma grande rotatividade dos profissionais militares de carreira, e diversidade cultural nas várias localidades onde estão instaladas. De uma maneira geral, falta capacitação dos profissionais para trabalharem com processos BIM.

Em contrapartida, existem vários fatores que proporcionam um ambiente favorável para as mudanças de processos, como uma equipe multidisciplinar que pode realizar o processo colaborativo, com troca de informações contínua, em todo o ciclo de vida das edificações. Também pode ser mencionado que os projetos e obras desenvolvidos são patrimônios próprios, a instituição não visa lucro e busca sempre as melhores soluções dentro das condições viáveis, além de valorizar a organização dos processos, a disciplina, a coletividade, o rigor e qualidade nos serviços desenvolvidos.

6.2 Uso das tecnologias

No uso de novas tecnologias, é importante o conhecimento dos conceitos e aplicações que envolvem o processo BIM, fora a habilidade de utilização de softwares e ferramentas disponíveis. Inicialmente, para aplicação nos processos da CRO 5, o tema foi amplamente discutido, mas o efetivo uso foi melhor esclarecido com o uso da ferramenta nos processos de projeto. Existem outras aplicações que também são possíveis com o BIM, além das já realizadas na CRO 5, e a equipe busca sempre participar de eventos e encontros técnicos que discutam estas possibilidades.

Nos estudos empíricos realizados foram relatados, com o uso do BIM, a elaboração de bases mais precisas durante o desenvolvimento dos projetos. A melhoria na compatibilização dos projetos e na elaboração dos projetos executivos, a facilidade no entendimento do processo construtivo e planejamento mais adequado. Foram realizados investimentos na compra de software e hardware que suportem o desenvolvimento dos modelos, sua compatibilização e posterior vínculo com o planejamento e execução.

A organização das lições aprendidas e aperfeiçoamento dos processos permitiu a melhor utilização dos modelos nas etapas posteriores ao projeto. O uso da modelagem da informação para o planejamento e acompanhamento das obras amplia os benefícios do BIM no EB, aumentando a transparência dos processos.

6.3 Colaboração entre equipes

A capacitação da equipe também é necessária para o uso adequado das tecnologias. Neste caso, ocorreu por meio de cursos externos, alguns realizados na CRO 5, e também pela troca de experiências, e palestras instrutivas. Apesar de ser pouco comentada nas entrevistas, houve certa resistência ao mudar os processos e trabalhar de maneira multidisciplinar. Neste processo de transição, é comum certo receio, por parte da equipe, de não saber como utilizar as ferramentas e lidar com a nova maneira de trabalhar. Mas, a partir do momento em que aplicação do BIM nos processos de projeto foi efetiva, melhorou a conscientização dos benefícios reais da colaboração entre as equipes.

Esta conscientização foi muito importante para que a proximidade entre as equipes fosse além do mesmo ambiente de trabalho. Soluções foram discutidas, simuladas, e muitos problemas antecipados de maneira colaborativa. Foi possível compartilhar as diferentes experiências entre os profissionais e incorporar estas informações nos modelos. Estes modelos formam um banco de dados preciso, que poderá ser utilizado como base para projetos e acompanhamento de obras futuras. Além de também conter informações importantes para as Organizações Militares que irão realizar a manutenção destas edificações.

Porém, este processo colaborativo não foi tão fluido com as empresas contratadas para a execução das obras. A equipe de fiscalização buscou aperfeiçoar os métodos de controle das obras com os modelos BIM, o que melhora a transparência e precisão das medições. Para tanto, é importante o envolvimento destas empresas construtoras para contribuir com as informações reais da execução das edificações. Apesar das resistências iniciais, principalmente no primeiro e segundo estudos empíricos, com a apresentação dos resultados do novo processo com BIM, nos estudos empíricos seguintes esta postura mudou. As empresas do terceiro e quarto estudos puderam verificar que as medições mais precisas reduzem erros muitas vezes recorrentes, além de facilitar a visualização do processo construtivo e possíveis replanejamentos. Desta forma, a colaboração entre equipes de fiscalização e execução é vantajosa para ambas as partes, melhorando o controle e planejamento dos recursos aplicados.

6.4 Uso da modelagem BIM 4D

Por fim foram reunidos e analisados os dados coletados pelos estudos empíricos da pesquisa, formando base para a elaboração das diretrizes para o uso do BIM 4D nos projetos militares. O primeiro estudo empírico piloto teve caráter mais exploratório, já o segundo iniciou com um padrão de arquivos e bibliotecas revisados. Apesar de realizados em momentos distintos, o processo de projeto e seus produtos foram semelhantes como detalhados na Figura 32.



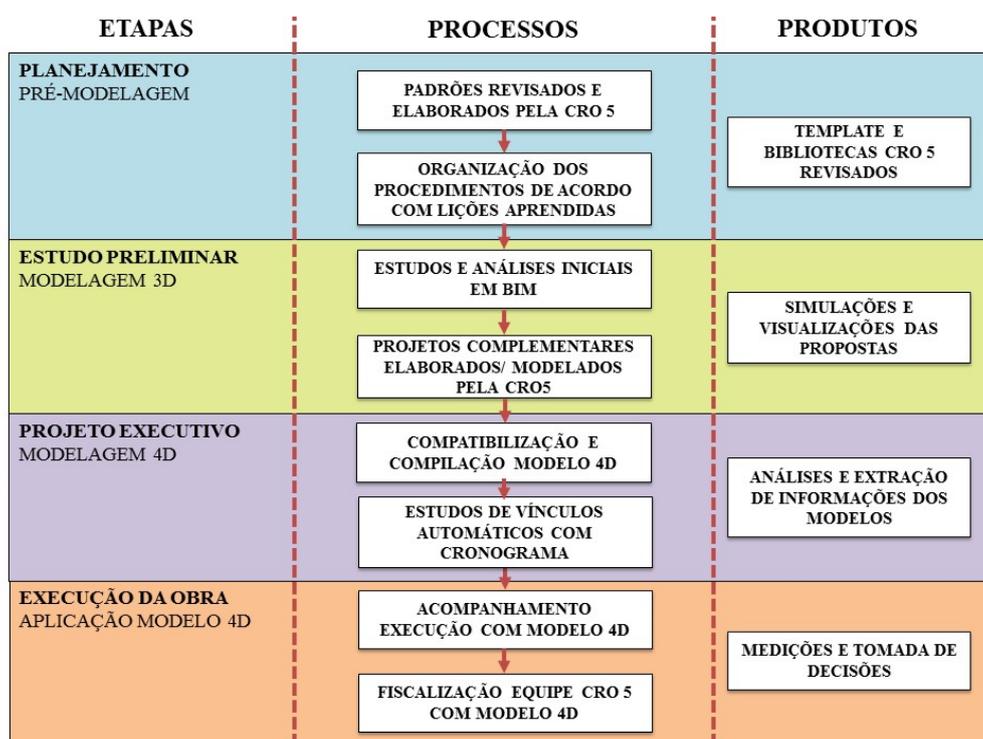
FONTE: AUTORA, 2017.

O processo de modelagem de ambos os estudos iniciou na etapa de projeto executivo, a partir de padrões já existentes da DOM (Diretoria de Obras Militares). Nesta etapa houve uma maior proximidade entre a equipe multidisciplinar responsável por este projeto. A modelagem 3D ocorreu quase em paralelo com o projeto arquitetônico, em nível de detalhe executivo, e os projetos complementares. Estes últimos elaborados internamente para a compatibilização dos projetos. Após a conclusão dos modelos projetuais, foram iniciadas as primeiras modelagens vinculada com o cronograma inicial da obra, por meio do Navisworks, e extraídos vídeos para visualização do processo construtivo. Os cronogramas foram realizados no MSProject e vinculados manualmente com os modelos projetuais.

Estas informações extraídas do modelo serviam de base para as medições, por parte da equipe de fiscalização da CRO 5, e acompanhamento das obras pelas construtoras. Nestes primeiros estudos, houve certa resistência por parte das empresas construtoras para compartilhar as informações necessárias para alimentar os modelos e realizar os possíveis replanejamentos.

No estudo empírico seguinte, buscou-se uma maior proximidade com a empresa contratada para a execução da obra. Foram apresentados os resultados dos estudos anteriores, esclarecendo os benefícios da aplicação dos novos processos. Além disso, o projeto teve uso do BIM desde as etapas iniciais, a partir de padrões já configurados, o que melhorou a qualidade do processo como um todo. A Figura 33 apresenta o processo realizado no Estudo Empírico 3, com as principais alterações ocorridas.

FIGURA 33 – PROCESSO DE PROJETO NO ESTUDO EMPÍRICO 3.

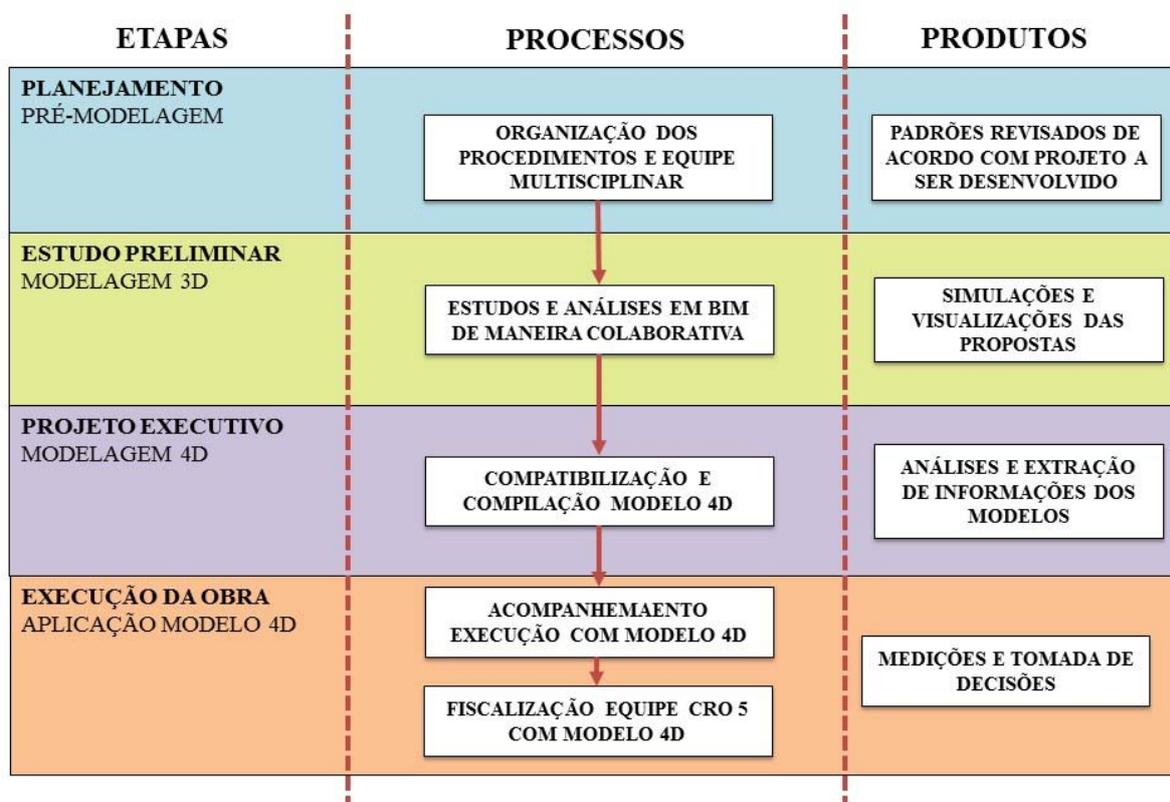


FONTE: AUTORA, 2017.

O processo como um todo foi mais colaborativo no terceiro estudo empírico, e teve início com padrões já melhor organizados. A concepção dos projetos, e soluções tomadas, foram realizadas com modelos BIM. O melhor entendimento do processo facilitou a elaboração de um cronograma mais detalhado e os testes com vínculos automáticos com os modelos. Tanto a etapa de compatibilização quanto a vinculação com o cronograma foram realizados com o Navisworks. A maior interação com a empresa contratada permitiu a alimentação de informações relacionadas ao andamento da obra. Porém a distância do local da execução, na cidade de Foz do Iguaçu, dificultou a troca contínua de informações.

Já no quarto estudo empírico (Figura 34), foi possível verificar todo o processo proposto e testado nos estudos anteriores. Conforme apresentado a seguir, esse estudo propõe avaliar o artefato por meio de diretrizes para o uso do BIM 4D nos projetos militares. As diretrizes são apresentadas de acordo com as etapas do processo dividido em quatro partes. A primeira parte é o planejamento, que deve estar de acordo com os propósitos de uso do modelo. Nesta etapa de pré-modelagem é importante a verificação dos padrões que serão utilizados, bem como a equipe que irá trabalhar colaborativamente nas etapas iniciais.

FIGURA 34 – PROCESSO DE PROJETO NO ESTUDO EMPÍRICO 4.



FONTE: AUTORA, 2017.

Na próxima seção, serão apresentadas as diretrizes para uso do BIM verificadas nas quatro etapas e validadas no último estudo empírico 4. Procurou-se ampliar o método

proposto de forma a ser utilizável por outras comissões de obras do EB e demais instituições que busquem inserir o BIM 4D em seus processos. Espera-se que as diretrizes esclareçam a forma de utilizar o BIM para o planejamento das obras desde suas etapas iniciais, que envolvem os projetos. Desta forma, busca-se facilitar o uso por todos os agentes envolvidos, agregando melhorias nos processos realizados.

6.5 Recomendações para o uso do BIM 4D nos projetos militares

Diante da abrangência do uso do BIM é importante o estabelecimento de recomendações estruturadas e documentadas de maneira a promover condições de viabilidade para o adequado emprego do BIM 4D. Para ultrapassar os desafios iniciais com o uso do BIM é preciso entender seus conceitos e aplicações, analisar os objetivos esperados, quais informações pretende-se utilizar, como será a integração entre os agentes, como estes profissionais terão acesso às informações, enfim, vários fatores fundamentais para o sucesso de sua utilização.

6.5.1 Planejamento – Pré-modelagem

Para que a integração do BIM nos processos de projeto e obra ocorra de maneira efetiva é essencial que faça parte do planejamento estratégico. O mesmo deve ocorrer de maneira minuciosa, levando em conta todas as condições existentes e as esperadas. Portanto, conforme verificado no diagnóstico realizado com a CRO 5, a implantação pode ser realizada de maneira cíclica, de forma que uma etapa possa retroalimentar a outra. Desta maneira melhorando os processos de acordo com as experiências, aperfeiçoando a equipe e as aplicações das ferramentas de forma contínua e gradual. As boas práticas adquiridas devem ser constantemente monitoradas, atualizadas e revisadas sempre que necessário.

Os objetivos estratégicos devem estar claros para todos os envolvidos: cada integrante deve entender seu papel e suas responsabilidades, alinhando os fluxos de trabalho conforme os novos processos. A troca de informações nestas mudanças é constante entre as diferentes partes, discutindo as melhorias alcançadas, pontos críticos, atividades mais importantes, e os usos principais e secundários. Os engenheiros militares, na posição de chefia (Chefes CRO e Seção Técnica), devem estar especialmente convencidos e engajados no apoio à efetiva implantação do BIM.

A Revisão Bibliográfica Sistemática revelou uma série de barreiras e dificuldades a serem vencidas para que seja viável o uso dos modelos 4D no processo de projeto e acompanhamento das obras. As mudanças necessárias envolvem riscos adicionais, falta ou diferentes níveis de conhecimento, pouco envolvimento ou compreensão, além da resistência estas mudanças. Existem questões culturais envolvidas, com variações regionais, e

particularidades dos casos brasileiros. Devido à amplitude da atuação do EB, é necessária cautela ao aplicar as diretrizes propostas nas diferentes situações mencionadas.

Assim, apesar dos estudos empíricos serem realizados em uma parcela do território brasileiro, foi possível destacar critérios que podem ser aplicados nas demais regiões. Deve ocorrer um preparo para o planejamento, compilando as informações necessárias, e garantindo a interoperabilidade na troca de informações. Com os estudos empíricos ficou claro que para melhorar o uso futuro do modelo na etapa de execução da obra é fundamental que se tomem algumas decisões nas etapas iniciais. Por exemplo, o entendimento por parte dos profissionais e empresas terceirizadas das mudanças necessárias com o uso do BIM, para que ocorra o efetivo envolvimento de todas as partes. O ideal seria deixar claro na contratação estas mudanças, para que assim todos os profissionais cumpram suas obrigações.

As metas também devem ser claramente definidas, para que todos possam acompanhar evolução ocorrida e os objetivos alcançados. De qualquer forma, toda a equipe irá agregar valor nos seus serviços, aumentando a qualidade do processo como um todo, e aos poucos diminuindo as partes desconhecidas, e os riscos envolvidos.

6.5.2 Estudo preliminar – Modelagem 3D

Nas etapas iniciais do projeto, deve-se definir os usuários do modelo e os objetivos de acordo com o projeto a ser desenvolvido. É importante o envolvimento destes usuários, em definições multidisciplinares, desde o início do processo. Desta forma ampliando as possibilidades de análises, simulações, e alterações significativas que sejam necessárias nesta etapa.

Antes de iniciar o desenvolvimento do projeto, é ideal a organização de arquivos padrão, que possuam as configurações de acordo com os usos estabelecidos e as normas brasileiras. Estas configurações incluem a representação do projeto, simbologias, processo construtivo, organização das bibliotecas, informações em cada objeto, quantitativos, esquemas de áreas, e assim por diante. Neste processo inicial, deve-se também levar em conta como cada profissional irá contribuir com as informações necessárias a serem incorporadas no modelo. Como será esta troca de informações, e os fluxos de trabalho. Além de facilitar o desenvolvimento do projeto, estas organizações irão aprimorar o processo nas etapas posteriores.

O uso do BIM nesta etapa melhora a visualização das propostas realizadas e permitem alterações mais facilitadas, já que todas as informações e representações do projeto são conectadas. Nos estudos empíricos desenvolvidos, percebeu-se que quanto maior era a integração das equipes nesta etapa inicial melhores eram os resultados obtidos. O número de revisões posteriores diminuiu, já que as soluções já foram discutidas e

compatibilizadas antecipadamente. É importante o envolvimento de toda a equipe, os profissionais responsáveis pela modelagem devem ter conhecimento da sequência construtiva da obra para que as informações sejam incorporadas adequadamente. Desta forma, dando continuidade no uso destes modelos ao longo do ciclo de vida da edificação.

6.5.3 Projeto Executivo – Modelagem 4D

Para o desenvolvimento do projeto executivo, e modelagem inicial 4D, é fundamental tanto o conhecimento das ferramentas quanto o conhecimento técnico para elaboração do projeto. É nesta etapa que o nível de detalhe aumenta e são realizados os vínculos com o cronograma planejado.

Com o uso do BIM a visualização do edifício fica muito mais próxima do real e compatibilização se torna muito mais precisa. Entretanto, é preciso enfrentar os diferentes níveis de envolvimento, conhecimento das ferramentas e resistências para alterar os processos tradicionais. Ao ultrapassar estas barreiras, é possível vislumbrar os benefícios do uso do BIM 4D no processo como um todo. Dentre estes benefícios, verificados no desenvolvimento dos estudos empíricos, estão a melhoria na identificação de conflitos, maior controle no planejamento e acompanhamento das obras, a escolha de melhores soluções, fatores que resultam numa maior qualidade na construção da edificação.

6.5.4 Execução da Obra – Aplicação do Modelo 4D

Por fim, na etapa de execução da obra ocorre a aplicação do modelo 4D, que deve ser constantemente atualizado para comparação do planejado e do executado. É importante o aumento do diálogo com a empresa responsável pela execução, assim como com os diversos profissionais envolvidos diretamente com a obra. A equipe de fiscalização, no caso de obras públicas, também pode utilizar os modelos, com uma quantidade maior e mais precisa de informações, para as medições necessárias.

Foi verificado, nos estudos empíricos, que este acompanhamento exige um maior detalhamento dos cronogramas produzidos para o controle das obras junto com os modelos 4D. O nível de detalhe dos cronogramas realizados para a fiscalização e acompanhamento da execução deve ser compatível com o nível de detalhe dos modelos, sendo que quanto maior for este nível de detalhamento, mais informações poderão ser utilizadas para comparação do progresso da obra.

Estas informações também podem ser utilizadas na manutenção da edificação, já que são muito mais precisas do que os projetos *as built* produzidos da maneira tradicional. Todas estas informações referentes ao edifício podem formar um banco de dados que poderá alimentar o sistema OPUS. Consequentemente, facilitarão a gestão das edificações realizada pelas Comissões Regionais de Obras e Organizações Militares responsáveis.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 Conclusões

Esta pesquisa buscou demonstrar, por meio dos estudos empíricos, como ocorre o uso de modelagem BIM 4D para projetos e planejamento de obras militares desenvolvidos pela CRO 5. E, para tanto, foram propostas e validadas diretrizes que podem auxiliar outras Comissões Regionais de Obras, órgãos públicos ou demais empresas do setor que busquem organizar os seus processos BIM.

As diretrizes foram divididas em quatro etapas, planejamento: pré-modelagem; estudo preliminar: modelagem 3D; projeto executivo: modelagem 4D; e execução da obra: aplicação do modelo 4D. E podem ser utilizadas de maneira gradual ao longo do desenvolvimento das diversas fases do projeto e execução das obras.

Outro objetivo proposto pela pesquisa foi analisar os benefícios e dificuldades encontrados nos processos, e a construção das diretrizes teve como base os resultados descobertos para a avaliação desse artefato. Já no primeiro estudo empírico fica evidente o impacto da integração da equipe, incluindo os agentes externos à CRO 5, na elaboração dos modelos 4D. Quanto mais colaborativo é o processo melhores são os resultados obtidos, facilitando o desenvolvimento de todas as etapas do projeto.

De maneira geral, com a aplicação das diretrizes, foi possível verificar que o planejamento é mais eficaz com a elaboração dos modelos 4D. O uso da modelagem permite uma melhor visualização e controle dos processos, com uma base de dados mais precisa. Porém, não é excludente o uso de outras formas de planejamento e controle, podem ser utilizadas outras ferramentas existentes na gestão dos processos, como cronogramas do MS Project e planilhas do Excel. Na avaliação do artefato foi possível observar a atualização das informações em ambas as ferramentas. É importante que ocorra também um controle destas alterações, evitando retrabalhos ou informações em duplicidade.

Embora existam diferenças no Sistema de Obras Militares, quando comparado com processos realizados por outras empresas e instituições, as diretrizes apresentadas nesta pesquisa podem significar importantes orientações em processos de implantação do BIM 4D. O nível de utilização das diretrizes pode variar de acordo com as etapas que serão abrangidas, da complexidade das aplicações pretendidas, do nível de envolvimento dos profissionais, entre outros fatores. São importantes o amadurecimento e capacitação contínua, o aprendizado para reconhecimento das potencialidades da modelagem 4D e como fazer contratos nesse cenário.

Atualmente, a CRO 5 utiliza o processo BIM nas etapas iniciais de todos os projetos e espera-se que a pesquisa possa contribuir para ampliar o uso das ferramentas também na

etapa de execução das obras. Além da aplicação nos demais usos possíveis com o BIM inserido no processo, como para a análise de eficiência energética, orçamentação, manutenção, e assim por diante. Todas estas informações podem ser inseridas no sistema OPUS, ampliando os benefícios do BIM em todo o ciclo de vida das edificações militares.

A rapidez e as transformações constantes que ocorrem no mercado real, exigem decisões assertivas com adequadas reflexões, tanto nas instituições privadas quanto nas públicas. A utilização de novas tecnologias e consequentes melhorias nos processos podem ser a resposta adequada a estas evoluções, sempre buscando uma maior qualidade e transparência. Antecipando as dificuldades para conduzir o processo de maneira adequada às necessidades de cada projeto.

7.2 Recomendações para futuras pesquisas

Espera-se que esta pesquisa incentive trabalhos posteriores. Como sugestão para aprofundamento de aspectos a serem exploradas são colocados:

- Ampliação da aplicação da pesquisa nas demais Comissões Regionais de Obras do EB, verificando as particularidades de cada região;
- Uso dos modelos para orçamentação verificando como extrair quantitativos e organizar as demais informações necessárias para elaborar orçamentos das licitações de obras públicas;
- Uso dos modelos para análise de eficiência energética com uso do método de simulação para etiquetagem do PBE Edifica;
- Uso dos modelos para manutenção das edificações verificando como incorporar os parâmetros necessários e realizar a operação das obras públicas;
- Organização das informações que envolvem todo o ciclo de vida das edificações, e operação em sistemas como o OPUS; e,
- Estudo de formas de contratação que determinem o uso de Modelagem da Informação da Construção para obras públicas.

REFERÊNCIAS

AMARAL, D. C.; CONFORTO, E. C.; SILVA, S. L. DA. **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos.** 8º Congresso Brasileiro de gestão de Desenvolvimento de Produto. Porto Alegre: 2011.

AHANKOOB, A. et al. **Optimizing Construction Scheduling Through Use of Building Information Modeling in Construction Industry.** Management in Construction Research Association, p. 166-171. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM:** estruturação dos escritórios de projeto para a implantação do BIM. [S.l.: Fascículo I] 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM:** fluxos de projetos em BIM. [S.l.: Fascículo II] 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 15965-1:2011:** Sistemas de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro, 2011.

BENJAORAN V.; BHOKHA S. Enhancing Visualization of 4D CAD Model Compared to **Conventional Methods.** *Engineering, Construction and Architectural Management*, v. 16, n. 4, p. 392-408, 2009.

BEBER, M. **Gerenciamento do projeto na ótica do gerenciamento da comunicação.** Tese (mestrado). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008.

BIOTTO, C. N.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 65-77, abr./jun. 2015. ISSN 1678-8621

BIOTTO, C. N. **Método para projeto e planejamento de temas de produção na construção civil com o uso da modelagem BIM 4D.** Tese (mestrado). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

BJÖRNFOT, A.; JONGELING, R. Application of Line of Balance and 4D CAD for Lean Planning. **Construction Innovation**, v. 7, n. 2, p.200-211, 2007.

BRITO, D. M.; FERREIRA, E. de A. M. Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D. **Ambiente Construído**, 2015. Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, out./dez. 2015. ISSN 1678-8621

CÂMERA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras:** fundamentos BIM. [S.l.: Volume 1] 2016.

CHECCUCCI, É. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. Uma visão da difusão e apropriação do paradigma BIM no Brasil. **Gestão e Tecnologia de Projetos.** 2013.

CHEN L.; LUO H. A BIM-based construction quality management model and its applications. **Automation in Construction.** 2014.

CHOI, B. et al. Framework for Work-Space Planning Using Four-Dimensional BIM in Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 9, n. 140, 2014.

COELHO, S.; NOVAES, C. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. São Paulo, 2008.

COLLIER, E.; FISCHER, M. Four-Dimensional Modeling in Design and Construction. **CIFE Technical Report # 101**. Stanford, CA: Stanford University, 1995.

DOM – Diretoria de Obras Militares do Exército Brasileiro. **BIMNET EB – a rede BIM do Exército Brasileiro**. Brasília: DOM, 2015. Disponível em: <http://www.do.eb.mil.br/?page_id=316> Acesso em 4 nov. 2015.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V.; **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 204p.

EASTMAN, C.M.; TEICHOLZ, P; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. New Jersey John Wiley & Sons, Inc. 2008.

EASTMAN, C.M. The evolution of CAD: Integrating multiple representations. **Building and Environment**, Los Angeles, v. 26, p. 17-23, 1991.

GRILO, A.; GONÇALVES R. J.; Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. **Automation in Construction**. 2010.

GU, N.; LONDON, K. Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. **Automation in Construction**, n.19, p. 988-999, 2010.

GÜNTHER, H. **Como Elaborar um Questionário** (Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, Nº 01). Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003.

HARTMANN, T. et al. Aligning building information model tools and construction management methods. **Automation in construction**, v. 22, p. 605-613, 2012.

HAYMAKER, J.; FISCHER, M. Challenges and Benefits of 4D Modeling on the Walt Disney Concert Hall Project. **CIFE Working Paper #064**. Stanford, CA: Stanford University, 2001.

HAN, K.; GOLPARVAR-FARD, M. **Automated Monitoring of Operation-Level Construction Progress Using 4D BIM and Daily Site Photologs**. Construction Research Congress. 2014

IR 50-16 Instruções Reguladoras para Elaboração, Apresentação e Aprovação de Projetos de Obras Militares no Comando do Exército, 2004.

JUNG, Y.; JOO, M. Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. **Automation in Construction**. n. 20, p. 126–133 2011.

KUNZ, J.; FISCHER, M. Virtual Design and Construction: themes, case studies and implementation suggestions. **CIFE Working Paper #097**. Stanford, CA: Stanford University, 2011.

KHATIB, J. M.; CHILESHE, N.; SLOAN, S. Antecedents and Benefits of 3D and 4D Modelling For construction Planners. **Journal of Engineering, Design and Technology**, Bingley, p. 159-172, 2007.

LUKE, W. G. et al. Uso De Ferramentas Bim Para O Melhor Planejamento De Obras Da Construção Civil. **IV Congresso Brasileiro De Engenharia De Produção**, Ponta Grossa, 2014.

LEITE, F. et al. Analysis of Modeling Effort and Impact of Different Levels of Detail in Building Information Models. **Automation in Construction**, v. 20, n. 5, p. 601-609, 2011.

NASCIMENTO A. L.; LUKE, W. G. Gestão da informação da infraestrutura e edificações no setor público. in: **III Seminário de Modelagem da Informação da Construção**. São Paulo: Sinduscon, 2012.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003.

PITAKE, S. A.; PATIL, D. S. Visualization of construction progress by 4D modeling application. **International Journal of Engineering Trends and Technology**, v. 4, n. 7, 2013.

PORWAL, A.; HEWAGE, K. N. Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. **Automation in Construction**. 2013.

RIBEIRO, S. L. F. Plano de Gestão de Logística Sustentável – Comissão Regional de Obras da 5ª Região Militar, 2015.

ROBSON, Colin. **Real world research: A Resource for Social Scientists and Practitioner - Researchers**. 2ª ed. Blackwell, 2006.

SACKS, R.; PIKAS, E. Building Information Modeling Education for Construction Engineering and Management. I-Industry Requirements, State of the Art, and Gap Analysis. **Journal of Engineering and Management**. 2013.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements For Building Information Modeling Based Lean Production Management Systems For Construction. **Automation in Construction**, v. 19, n. 5, p. 641-655, 2010.

SCHEER, S.; MENDES JUNIOR, R.; CAMPESTRINI, T. F. S.; GARRIDO, M. C. **On site BIM model use to integrate 4D/5D activities and construction works: a case study on a Brazilian low income house enterprise**. International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (XV ICCCBE), ASCE, Orlando, v. 1. p. 455-462. 2014.

SOUZA, L; LYRIO, A.; AMORIM, S. Impactos do Uso do BIM em Escritórios de Arquitetura: Oportunidades no Mercado Imobiliário. **Gestão e Tecnologia de Projetos** v. 4, n. 2. 2009. ISSN 19811543

SUCCAR, B. The five components of BIM performance measurement. In: CIB WORLD BUILDING CONGRESS, 18., 2010, Salford. **Proceedings...** Salford: CIB, 2010. p. 1-14.

UMAR et al. 4D BIM Application in AEC Industry: Impact on Integrated Project Delivery. **Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology**. v. 10, n. 5. p. 547-552. 2015.

ISSN: 2040-7459

WONG, A.; WONG, K. D.; WONG, F. K. W.; NADEEM, A. Government roles in implementing building information modelling systems. **Construction Innovation**. 2011.

YIN, R. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 2ª ed. Porto alegre: Bookman, 2001.

ZHOU, W. et al. An Interactive Approach to Collaborative 4D Construction Planning. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 14, p. 30-47, mar. 2009.

ZHANG, J.; LI, D. **Research on 4D virtual construction and dynamic management system based on BIM**. Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, ICCBE. 2010.

APÊNDICE 1



Ministério da Educação

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil

BREVE DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa, intitulada O USO DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO 4D (BIM 4D) NOS PROJETOS DE OBRAS MILITARES DA COMISSÃO REGIONAL DE OBRAS 5, é parte integrante da dissertação que está sendo desenvolvida pela aluna Fernanda Louize Monteiro Brocardo Fernandes. A mesma será apresentada para obtenção do título de Mestre no curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, na área de concentração em Ambiente Construído e Gestão, da Universidade Federal do Paraná.

O objetivo principal desta pesquisa é analisar o uso de modelagem 4D para planejamento de projetos pela CRO 5 e execução das obras, contribuindo para a gestão dos processos, e futura utilização dos modelos em todo o ciclo de vida da edificação.

A entrevista é dividida em quatro etapas: a primeira etapa para coleta de dados da equipe técnica e atividades desenvolvidas, a segunda verifica as ferramentas e sistemas utilizados pelo funcionário, a terceira etapa coleta os dados referentes aos processos de trabalho utilizando o BIM, e por fim a quarta e última etapa realiza a verificação dos procedimentos de trabalho realizados para o planejamento das obras.

Neste sentido entramos em contato com corpo técnico da CRO 5 para o preenchimento de um questionário a fim de extrair dados qualitativos relacionados aos processos atuais de utilização do BIM e perspectivas futuras.

Os dados informados pelo funcionário serão utilizados exclusivamente para pesquisa científica. Portanto, a pesquisadora deverá manter sigilo sobre as informações coletadas, que somente serão publicados mediante prévia autorização. Da mesma forma a pesquisadora não poderá divulgar projetos, serviços e soluções de Tecnologia da Informação e outras informações da CRO 5, nem falar em seu nome em nenhum tipo de mídia, sem sua prévia autorização.

Obrigada pela atenção que nos foi dispensada e ressaltamos a importância de sua colaboração para o desenvolvimento deste trabalho.

Pesquisadora: Fernanda Louize Monteiro Brocardo

Orientação: Professor Sérgio Scheer, PhD

1ª ETAPA – EQUIPE TÉCNICA E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

1.1 Equipe técnica

Nome do entrevistado: _____

Função na CRO 5/ Profissão: _____

Tempo de formação/ Ano de início das atividades: _____

1.2 Serviços e atividades desenvolvidos pelo profissional na CRO 5

SERVIÇOS E ATIVIDADES	ESCALA EM QUE É REALIZADO					OBS. ADICIONAL
	0	1	2	3	4	
1. Projeto Arquitetônico						
2. Projeto Elétrico						
3. Projeto Hidráulico						
4. Projeto Estrutural						
5. Projeto Topográfico						
6. Caderno de Especificações						
7. Desenhos e detalhes						
8. Orçamentos e quantitativos						
9. Fiscalização de obras						
10. Vistorias, laudos e perícias.						

Legenda:

ESCALA EM QUE É REALIZADO:

- (0) não realiza;
- (1) analisa projeto de terceiros;
- (2) realiza pouco;
- (3) realiza;
- (4) realiza muito.

1.3 Processos organizacionais da CRO/5

PROCESSOS E PROCEDIMENTOS	ESCALA EM QUE É REALIZADO					OBS. ADICIONAL
	0	1	2	3	4	
1. Gerenciamento de processos (padrões, diretrizes, outros)						
2. Gestão da qualidade (relatórios, check list, outros)						
3. Gestão do conhecimento (lições aprendidas, registros)						
4. Programas ou sistemas baseados nas normas ISO						
5. Programas ou certificações ambientais						
6. Procedimentos de gerenciamento e controle de obras						
7. Gerenciamento de processos (padrões, diretrizes, outros)						

Legenda:

ESCALA DE UTILIZAÇÃO:

- (0) não utiliza;
- (1) utiliza pouco;
- (2) utiliza, mas não em todos os projetos;
- (3) utiliza em todos os projetos;
- (4) utiliza muito em todos os projetos.

2ª ETAPA – FERRAMENTAS E SISTEMAS

2.1 Softwares utilizados no desenvolvimento dos projetos, planejamento e controle das obras

SOFTWARE	ESCALA DE UTILIZAÇÃO					Tipos de atividades desenvolvidas
	0	1	2	3	4	
1	OPUS					
2	Excel					
3	Spark					
4	Sped					
5	Compor 90					
6	MS Project					
7	Sketchup					
8	Lumion					
9	Civil 3D					
10	AutoCAD					
11	Revit					
12	InfraWorks					
13	NavisWorks					
14	Autodesk 360					

Legenda:

ESCALA DE UTILIZAÇÃO:

- (0) não utiliza;
- (1) utiliza pouco;
- (2) utiliza, mas não em todos os projetos;
- (3) utiliza em todos os projetos;
- (4) utiliza muito em todos os projetos.

3ª ETAPA – PROCESSOS DE TRABALHO UTILIZANDO O BIM

3.1 Missão, objetivos e percepções com a implantação do BIM

A adoção do BIM e sua ampla utilização faz parte da missão da CRO 5?

- Sim Não

3.1.1 Na sua visão, qual foi o principal objetivo para a implantação do BIM?

- Melhorar a qualidade dos projetos. Auxiliar nas modificações de projeto.
 Auxiliar nas especificações e quantitativos. Diminuir o prazo de entrega.
 Melhorar a compatibilização dos projetos. Melhorar os fluxos de trabalho.

3.1.2 Existe um planejamento determinando até onde a CRO 5 irá chegar em relação ao uso do BIM? E em quanto tempo?

- Uso do BIM em todos os projetos desenvolvidos pela CRO 5. Tempo: ____
 Uso em todos os projetos desenvolvidos pela CRO 5 e empresas contratadas. Tempo: ____
 Uso em todos os projetos desenvolvidos e para o planejamento (4D). Tempo: ____
 Uso em todos os projetos desenvolvidos e para o orçamento (5D). Tempo: ____
 Uso em todos os projetos desenvolvidos e para a manutenção (6D). Tempo: ____
 Uso em todo o ciclo de vida das edificações. Tempo: ____
 Não existe um planejamento determinado.

3.2 Capacitação da equipe

3.2.1 A CRO 5 utilizou algum manual ou guia para implantar o BIM?

- Sim, apostilas fornecidas pela empresa que realizou o treinamento.
 Sim, apostilas fornecidas pela empresa que realizou o treinamento e material fornecido pela DOM.
 Sim, apostilas fornecidas pela empresa que realizou o treinamento, material fornecido pela DOM e material pesquisado na internet.
 Não, a CRO 5 desenvolveu um guia próprio baseados em melhorar práticas.
 Outros, quais? _____

3.2.2 A CRO 5 mantém a equipe sempre capacitada e atualizada, procurando novos cursos, palestras e seminários na área?

- Sim Não

Frequência:

- Uma vez por mês.
 Uma vez a cada 3 meses.
 Uma vez a cada 6 meses.
 Uma vez por ano.

3.2.3 Qual foi a maior dificuldade encontrada no desenvolvimento destes primeiros projetos?

- Entendimento e adaptação aos novos processos.
 Falta de padronização e bibliotecas dos novos softwares.
 Tamanho dos arquivos gerados e capacidade dos hardwares.
 Grandes alterações nos fluxos de trabalho, comunicação entre os profissionais.
 Outros, quais? _____

3.3 Utilização de novas tecnologias

NOVOS PROCESSOS BIM	ESCALA DE LIKERT				
	0	1	2	3	4
3.3.1 Foram realizadas revisões de processos de trabalho para poder adequar o uso do BIM às necessidades da CRO 5?					
3.3.2 A composição da sua equipe mudou após a utilização do BIM?					
3.3.3 Com a adoção do BIM é preciso um maior número de informações do projeto na fase inicial, com maior participação de profissionais das diferentes áreas?					
3.3.4 Para trabalhar utilizando o BIM acredita haver necessidade de profissionais mais capacitados?					
3.3.5 Houve resistências à utilização do BIM nos processos de trabalho?					
3.3.6 Existem pessoas responsáveis pela organização de padrões e adaptações dos softwares utilizados para adequá-los às necessidades da CRO 5?					
3.3.7 Existe integração e/ou portabilidade entre a plataforma BIM e os demais utilizados pelos diversos profissionais envolvidos?					
3.3.8 A CRO 5 possui medidas para garantir a interoperabilidade dos aplicativos utilizados pelas diversas disciplinas (estrutural, elétrico, hidráulico, etc.)?					
3.3.9 A CRO 5 realiza algum investimento em customizações de softwares ou ferramentas que auxiliem na gestão do processo?					
3.3.10 A CRO 5 tem um planejamento dos componentes paramétricos que precisam ser modelados, de acordo com cada fase do projeto?					

Legenda:

ESCALA DE LIKERT:

- (0) discordo totalmente;
- (1) discordo em parte;
- (2) não discordo nem concordo;
- (3) concordo em parte;
- (4) concordo totalmente.

3.5 Produtos em cada etapa com a utilização do BIM

3.5.1. Descreva os principais produtos e diferenciais que podem ser desenvolvidos pela CRO 5 em cada etapa de projeto utilizando a tecnologia BIM:

ETAPA*	PRODUTOS	DIFERENCIAIS
CONCEITUAÇÃO		
ESTUDOS PRELIMINARES		
ANTEPROJETO		
PROJETO BÁSICO		
PROJETO EXECUTIVO		
PROJETOS COMPLEMENTARES		
DOCUMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO		
FISCALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO		
AValiação PÓS-OCUPAÇÃO		
Alguma etapa não citada? Qual?		
Observações:		

* As etapas citadas foram baseadas nas Instruções Reguladoras para a Elaboração, a Apresentação e a Aprovação de Projetos de Obras Militares no Comando do Exército (IR 50-16).

4ª ETAPA – PROCEDIMENTOS PARA PLANEJAMENTO DAS OBRAS

4.1 Participação e interação nos procedimentos

4.1.1 É integrante da equipe multidisciplinar de planejamento e fiscalização de obras da CRO 5?

- Sim, caso afirmativo prosseguir com a quarta etapa.
 Não, caso negativo finalizar a entrevista e agradecer participação.

4.2 Componentes do planejamento das obras

COMPONENTES DO PLANEJAMENTO DAS OBRAS	PARTICIPA		ESCALA					OBS. ADICIONAL
			EM QUE É REALIZADO					
	SIM	NÃO	0	1	2	3	4	
Matriz de envolvidos nos processos e suas responsabilidades								
Declarações de escopo com objetivos e subprodutos do projeto								
Plano de prazos (cronogramas)								
Plano de custos (orçamento)								
Linhas de base de medidas de desempenho								
Linha dos principais marcos e datas previstas								
Planilha de mão-de-obra, seu custo e previsão de realização								
Identificação de principais riscos, com respostas planejadas								
Listas de questões a resolver e decisões pendentes								
Outros? Quais?								
Observações:								

Legenda:

ESCALA EM QUE É REALIZADO:

- (0) não realiza;
- (1) analisa projeto de terceiros;
- (2) realiza pouco;
- (3) realiza;
- (4) realiza muito.

4.3 Controle do planejamento realizado para as obras

4.3.1 Quais os assuntos e temas tratados nas reuniões de avaliação de andamento da obra?

- Andamento do cronograma, início das atividades, estimativa para término, percentual de atividades terminadas. Obs.: _____
- Avaliação do atendimento dos padrões de qualidade. Obs.: _____
- Avaliação de custos autorizados e incorridos. Obs.: _____
- Relatórios de status do projeto (fase executada até o momento). Obs.: _____
- Relatórios de desvio do projeto (executado versus planejado). Obs.: _____
- Não é realizado este tipo de controle. Por quê? _____

4.3.2 Como o escopo da obra é controlado?

- Através de um Modelo de Estrutura Analítica do Trabalho (WBS ou EDT)? Ele é atualizado?
- Através do Contrato.
- Somente através de orçamentos e memoriais.
- Outra forma. Qual?
- Não são controlados.

4.3.3 Como o cronograma da obra é controlado?

- Gráfico de Barras (Gantt).
- Rede de Atividades (Pert/CPM).
- Manualmente.
- Outra forma. Qual?
- Não são controlados.

4.3.4 Como a DOM é informada sobre o andamento ou variações na obra? São feitas reuniões com a empresa contratada quando o projeto tem alguma particularidade?

PERGUNTAS E OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:

APÊNDICE 2



Ministério da Educação

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil

BREVE DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa, intitulada O USO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO 4D (BIM 4D) NOS PROJETOS DE OBRAS MILITARES DA COMISSÃO REGIONAL DE OBRAS 5, é parte integrante da dissertação que está sendo desenvolvida pela aluna Fernanda Louize Monteiro Brocardo. A mesma será apresentada para obtenção do título de Mestre no curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, na área de concentração em Ambiente Construído e Gestão, da Universidade Federal do Paraná.

O objetivo principal desta pesquisa é analisar o uso de modelagem 4D para planejamento de projetos pela CRO 5 e execução das obras, contribuindo para a gestão dos processos, e futura utilização dos modelos em todo o ciclo de vida da edificação.

A entrevista é dividida em quatro etapas: a primeira etapa para coleta de dados da empresa e atividades desenvolvidas, a segunda verifica as ferramentas e sistemas utilizados pelos funcionários, a terceira etapa coleta os dados referentes aos processos de trabalho utilizando o BIM, e por fim a quarta e última etapa realiza a verificação dos procedimentos de trabalho realizados para o planejamento das obras.

Neste sentido entramos em contato com algumas empresas responsáveis pela execução de obras licitadas pela CRO 5 para o preenchimento de um questionário a fim de extrair dados qualitativos relacionados aos processos atuais de utilização do BIM nestas obras e perspectivas futuras.

Os dados informados pelo funcionário serão utilizados exclusivamente para pesquisa científica. Portanto, a pesquisadora deverá manter sigilo sobre as informações coletadas, que somente serão utilizados mediante prévia autorização. Da mesma forma a pesquisadora não poderá divulgar projetos, serviços e soluções de Tecnologia da Informação e outras informações sem sua prévia autorização.

Obrigada pela atenção que nos foi dispensada e ressaltamos a importância de sua colaboração para o desenvolvimento deste trabalho.

Pesquisadora: Fernanda Louize Monteiro Brocardo

Orientação: Professor Sérgio Scheer, PhD

1ª ETAPA – EQUIPE TÉCNICA E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

1.1 Empresa e equipe técnica

1.1.1 Empresa:

1.1.2 Endereço:

1.1.3 Entrevistado (nome e função):

1.1.4 Número de contato:

1.1.5 E-mail:

1.1.6 Web site:

1.1.7 Ano de início das atividades:

1.2 Serviços e atividades desenvolvidos

Descreva os principais serviços e atividades desenvolvidos pela empresa:

2ª ETAPA – FERRAMENTAS E SISTEMAS

2.1 Softwares utilizados na análise dos projetos recebidos, planejamento e controle das obras

SOFTWARE		ESCALA DE UTILIZAÇÃO					Tipos de atividades desenvolvidas
		0	1	2	3	4	
1	Excel						
2	Outlook						
3	MS Project						
4	Civil 3D						
5	AutoCAD						
6	Revit						
7	InfraWorks						
8	NavisWorks						
9	Autodesk 360						
10	Outros, quais?						

Legenda:

ESCALA DE UTILIZAÇÃO:

- (0) não utiliza;
- (1) utiliza pouco;
- (2) utiliza, mas não em todos os projetos;
- (3) utiliza em todos os projetos;
- (4) utiliza muito em todos os projetos.

3ª ETAPA – PROCESSOS DE TRABALHO UTILIZANDO O BIM

3.1 A implantação do BIM no desenvolvimento dos projetos e obras

3.1.1 Na sua visão, qual foi o principal objetivo para a implantação do BIM no mercado da construção civil?

3.1.2 A empresa possui outros contratos nos quais os projetos foram desenvolvidos em BIM?
Como estas informações e modelos foram apresentados à empresa?

3.1.3 Quais são os principais benefícios agregados a sua empresa com uso de modelos BIM:

4.1.4 Quais são as principais dificuldades encontradas pela empresa com uso de modelos BIM:

3.2 Utilização de novas tecnologias

NOVOS PROCESSOS BIM	ESCALA DE LIKERT				
	0	1	2	3	4
Foram realizadas revisões de processos de trabalho da sua empresa para poder adequar o uso do BIM aos processos existentes na execução da obra?					
Para trabalhar utilizando o BIM acredita haver necessidade de profissionais mais qualificados?					
Houve resistências à utilização do BIM nos processos de trabalho?					
As informações recebidas dos modelos BIM 4D são mais precisas e organizadas?					
Existem pessoas responsáveis pela organização de padrões e adaptações dos softwares BIM utilizados para adequá-los às necessidades da sua empresa?					
Existe integração e/ou portabilidade entre a plataforma BIM e os demais utilizados pela sua empresa?					
A sua empresa realiza algum investimento em customizações de softwares ou ferramentas que auxiliem na gestão do processo?					
O uso de BIM 4D facilita a visualização e entendimento das etapas da obra?					
É possível verificar pontos críticos na obra, permitindo ajustes antes da execução?					
Acredita que com modelos 4D ocorre uma quantidade menor de incompatibilidades, reduzindo a quantidade de aditivos?					

Legenda:

ESCALA DE LIKERT:

- (0) discordo totalmente;
- (1) discordo em parte;
- (2) não discordo nem concordo;
- (3) concordo em parte;
- (4) concordo totalmente.

4ª ETAPA – PROCEDIMENTOS PARA PLANEJAMENTO DAS OBRAS

4.1 Controle do planejamento realizado para as obras

COMPONENTES DO PLANEJAMENTO DAS OBRAS	PARTICIPA		ESCALA					OBS. ADICIONAL
			EM QUE É REALIZADO					
	SIM	NÃO	0	1	2	3	4	
Matriz de envolvidos nos processos e suas responsabilidades								
Declarações de escopo com objetivos e subprodutos do projeto								
Plano de prazos (cronogramas)								
Plano de custos (orçamento)								
Linhas de base de medidas de desempenho								
Linha dos principais marcos e datas previstas								
Planilha de mão-de-obra, seu custo e previsão de realização								
Identificação de principais riscos, com respostas planejadas								
Listas de questões a resolver e decisões pendentes								
Outros? Quais?								
Observações:								

Legenda:

ESCALA EM QUE É REALIZADO:

- (0) não realiza;
- (1) analisa projeto de terceiros;
- (2) realiza pouco;
- (3) realiza;
- (4) realiza muito.

4.1.1 Quais os assuntos e temas tratados nas reuniões de avaliação de andamento da obra?

- Andamento do cronograma, início das atividades, estimativa para término, percentual de atividades terminadas. Obs.: _____
- Avaliação do atendimento dos padrões de qualidade. Obs.: _____
- Avaliação de custos autorizados e incorridos. Obs.: _____
- Relatórios de status do projeto (fase executada até o momento). Obs.: _____
- Relatórios de desvio do projeto (executado versus planejado). Obs.: _____
- Não é realizado este tipo de controle. Por quê? _____

4.1.2 Como o escopo da obra é controlado?

- Através de um Modelo de Estrutura Analítica do Trabalho (WBS ou EDT)? Ele é atualizado?
- Através do Contrato.
- Somente através de orçamentos e memoriais.
- Outra forma. Qual?
- Não são controlados.

4.1.3 Como o cronograma da obra é controlado?

- Gráfico de Barras (Gantt).
- Rede de Atividades (Pert/CPM).
- Manualmente.
- Outra forma. Qual?
- Não são controlados.

4.1.4 Como a CRO 5 é informada sobre o andamento ou variações na obra? São feitas reuniões quando o projeto tem alguma particularidade?

PERGUNTAS E OBSERVAÇÕES ADICIONAIS