ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO

ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO

TC QEM FRANCISCO **THARCIO** GOMES COSTA

A Gestão do Conhecimento e o BIM no Sistema de Obras Militares do Exército Brasileiro

Rio de Janeiro
2020

TC QEM FRANCISCO **THARCIO** GOMES COSTA

A Gestão do Conhecimento e o BIM no Sistema de Obras Militares do Exército Brasileiro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como pré-requisito para aprovação no Curso de Especialização em Ciências Militares, com ênfase em Defesa.

Orientador: TC Cav Luiz Adolfo Sodré de Castro Júnior

Rio de Janeiro
2020

C837g Costa, Francisco Tharcio Gomes.

A Gestão do Conhecimento e o BIM no Sistema de Obras Militares do Exército Brasileiro. / Francisco Tharcio Gomes Costa. ─2020.
49 f. : il. ; 30 cm

Orientação: Luiz Adolfo Sodré de Castro Júnior.
Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares)─Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2020.
Bibliografia: f. 68-71

1. GESTÃO DO CONHECIMENTO. 2. BUILDING INFORMATION MODELING. 3 BIM. 4. OPUS. I. Título.

CDD 658.403

RESUMO

Este trabalho aborda a relação entre Gestão do Conhecimento e o “Building Information Modeling” (BIM), considerando o contexto do Sistema de Obras Militares (SOM) do Exército Brasileiro e estudando sua principal ferramenta de gerenciamento de projetos, o OPUS. Buscou-se verificar até que ponto os conceitos desses campos do conhecimento podem ser utilizados para otimizar a elaboração de projetos se utilizando do OPUS como ferramenta de gestão do conhecimento. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre gestão do conhecimento e sobre BIM, foi realizada também uma apresentação do OPUS e um diagnóstico parcial dos dados contidos nesse sistema, que serviram de subsídio para uma discursão sobre a relação dos conceitos estudados e suas aplicações no SOM. Concluiu-se que existe afinidade entre as áreas de BIM e de Gestão do Conhecimento e que o OPUS já apresenta características de uma plataforma de gestão do conhecimento, que podem ser potencializadas.

ABSTRACT

This paper addresses the relationship between Knowledge Management and Building Information Modeling (BIM), considering the context of the Brazilian Army's Military Works System (SOM) and studying its main project management tool, OPUS. It sought to verify to what extent the concepts of these fields of knowledge can be used to optimize the elaboration of projects using OPUS as a knowledge management tool. A bibliographic research on knowledge management and BIM was carried out, a presentation of OPUS and a partial diagnosis of the data contained in this system were also carried out, which served as a subsidy for a discussion on the relationship of the studied concepts and their applications in SOM. It was concluded that there is an affinity between the areas of BIM and Knowledge Management and that OPUS already has characteristics of a knowledge management platform, which can be enhanced.

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO**..... 4

2 **REFERENCIAL TEÓRICO**..... 10

2.1 BUILNDING INFORMATION MODELING..... 10

2.2 GESTÃO DO CONHECIMENTO..... 15

3 **A ESTRUTURA DO OPUS**..... 21

4 **DIAGNÓSTICO PARCIAL DAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NO OPUS**..... 28

5 **INTEGRAÇÃO: GESTÃO DE CONHECIMENTO - BIM - OPUS** 39

6 **CONCLUSÃO**..... 45

REFERÊNCIAS..... 47

1 **INTRODUÇÃO**

Este trabalho aborda a relação entre a gestão do conhecimento e a implantação do “Building Information Modeling” (BIM) no sistema de Obras Militares do Exército Brasileiro. O BIM é um conceito relacionado à representação gráfica do processo de construção, que associa uma série de atribuições de informação aos elementos dos projetos de engenharia. De acordo com Nascimento et al (2015), o sistema OPUS está inserido no contexto do BIM.

O OPUS (Sistema Unificado do Processo de Obras) é “*um sistema de apoio à decisão que suporta 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 Sistema de Obras Militares (SOM), tanto no nível executivo quanto gerencial e estratégico*”, BRASIL(2020). O OPUS possui um grande acervo de projetos cadastrados, além de informações sobre obras e serviços de engenharia realizados nas benfeitorias dos aquartelamentos do Exército Brasileiro (EB). Dessa forma, o conhecimento armazenado no OPUS deve ser gerido adequadamente de forma que possa maximizar sua contribuição para o Sistema de Engenharia do Exército.

A elaboração de projetos no âmbito do EB é realizada num contexto institucional onde várias estruturas organizacionais são padronizadas. Por exemplo, todas as Companhias de Infantaria Blindada orgânicas de um Batalhão de Infantaria Blindado possuem a mesma estrutura organizacional, com os mesmos Quadro de Cargos Previstos (QCP) e mesmo Quadro de Distribuição de Material (QDM). Essa característica se repete em diversas estruturas operacionais e administrativas no Exército. No entanto, essa padronização muitas vezes não se reflete na infraestrutura física, pois a evolução doutrinária que implica em mudança de efetivos, material e equipamento, por vezes, se desenvolve num ritmo mais rápido do que o de novas construções, o que dificulta uma padronização de projetos de edificações.

Em virtude dessa dinâmica, não existe a garantia de que os projetos de novas edificações serão necessariamente muito semelhantes entre si. Além disso, existem fatores locais que impedem que os projetos sejam idênticos, por exemplo as fundações quase sempre serão diferentes, pois são muito dependentes das características do exato local onde a edificação será construída. Outros fatores

ambientais locais também interferem no projeto, como as condições climáticas e o posicionamento do terreno em relação ao Sol.

A Diretoria de Obras Militares (DOM) tem uma grande demanda anual de projetos, que são executados principalmente pelas Comissões Regionais de Obras (CRO), Serviços Regionais de Obras (SRO) e pela Diretoria de Projetos de Engenharia (DPE). Seguindo o princípio da eficiência da administração pública, conforme o artigo 37 da Constituição Federal, se faz necessário otimizar o processo de elaboração de projetos para que as Organizações Militares (OM) vinculadas tecnicamente a DOM possam direcionar seus meios para um melhor apoio as OM operacionais nas diversas demandas de natureza técnica, como vistorias, avaliações, laudos, apoios aos processos licitatórios, fiscalização de obras e serviços de engenharia, dentre outros.

Em virtude disso, ainda que os projetos normalmente não sejam idênticos, se mostra interessante verificar a possibilidade da utilização dos conceitos de gestão do conhecimento para favorecer um melhor do aproveitamento de projetos já realizados que se encontram armazenados no OPUS como um artifício para favorecer a confecção projetos com maior rapidez, sem comprometimento da qualidade do resultado final, podendo inclusive incrementar a qualidade dos projetos pela replicação das melhores práticas.

O presente trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido em torno do seguinte problema: verificar até que ponto os conceitos de BIM e de Gestão do Conhecimento podem ser utilizados para otimizar a elaboração de projetos para construção de edificações, se utilizando do OPUS como ferramenta de gestão do conhecimento.

Considerou-se, como hipótese, que o OPUS pode ser utilizado como uma ferramenta de gestão do conhecimento de forma que se possa potencializar a utilização das informações disponíveis no sistema proporcionando a diminuição no tempo de confecção de novos projetos sem perda ou com aumento de qualidade do produto.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo geral contribuir para o direcionamento correto dos esforços do Sistema de Obras Militares visando a otimização dos trabalhos nas CRO, SRO e DPE mediante uma gestão eficiente do conhecimento. Para esse fim, pretende-se atingir os seguintes objetivos específicos:

a) Realizar uma revisão bibliográfica sobre Gestão do Conhecimento;
b) Realizar uma revisão bibliográfica sobre BIM;
c) Realizar uma análise do OPUS destacando as ferramentas para gerenciamento de projetos;
d) Elaborar um diagnóstico parcial das informações contidas no OPUS, em termos qualitativos.
e) Discutir a aplicação dos conceitos de Gestão de Conhecimento e de BIM que possam favorecer a eficiência na elaboração de projetos considerando as informações constantes no OPUS.

As variáveis consideradas no presente estudo buscaram caracterizar as obras e serviços realizados pelas Comissões de Obras, a fim de a verificar a adequabilidade de um projeto pré-existente para sua utilização como base para um novo projeto, contribuído para uma maior eficiência na execução dessa tarefa.

As variáveis independentes foram as seguintes características verificadas nos projetos analisados: Idade do projeto; localização geográfica; aditivo contratual; tipo de obra ou serviço de engenharia. A variável dependente foi expressa pelas características das variáveis independentes que favorecem a utilização dos projetos existentes como referência para novos projetos dentro do contexto do BIM e da Gestão do Conhecimento.

A idade dos projetos de referência será medida em anos e meses e poderá ser inferida com base na data de assinatura dos contratos. Dados sobre a localização geográfica podem ser obtidos com base na área de atuação de cada CRO. A variável aditivo contratual será um indicador da necessidade de modificação do projeto após o início da obra, tendo em vista que todo o aditivo relacionado com a mudança do valor contratual está necessariamente relacionado com uma modificação de projeto. O tipo de obra ou serviço de engenharia será utilizado para qualificar quais projetos são mais demandados pelas Comissões de Obras. Todos esses dados podem ser extraídos dos relatórios gerenciais do OPUS, fornecendo informações tanto sobre a quantidade de obras e serviços de engenharia, quanto sobre o valor dos contratos.

O presente estudo se limitou a considerações sobre projetos de obras e serviços de engenharia constante nos relatórios gerenciais das Comissões de Obras disponíveis no OPUS, além de explorar algumas funcionalidades do sistema relativos ao gerenciamento dos projetos.

Este estudo buscou avaliar as variáveis independentes e dependente como ponto de partida para uma discussão teórica sobre a utilização de projetos

de referência a luz dos conceitos de Gestão do Conhecimento e de BIM. Não se constitui objetivo deste trabalho fazer um levantamento completo dos projetos do OPUS e nem mesmo realizar uma amostra estatisticamente significativa, pois essa profundidade foge do escopo e da finalidade deste trabalho, em virtude do volume de dados que teriam que ser levantados.

O presente trabalho se debruça sobre uma das principais missões do Sistema de Obras Militares do EB. A confecção de projetos de engenharia impacta diretamente a capacidade do Exército de implantar as infraestruturas necessárias ao seu processo de transformação.

O Departamento de Engenharia e Construção (DEC) celebra anualmente um plano de descentralização de recursos com o Estado Maior do Exército (EME) onde está previsto o emprego de recursos financeiros destinado a implantação de readequação da infraestrutura necessária para os programas estratégicos do Exército. A concretização dessas atividades é obrigatoriamente precedida pela confecção de projetos de engenharia.

Dessa forma este trabalho pretende contribuir para que a elaboração de projetos de engenharia, uma atividade importante para a consecução dos objetivos da Força Terrestre, seja realizada com maior eficiência.

Nesse contexto o Planejamento Estratégico do Exército previu uma atividade de implantação da metodologia BIM no Sistema de Engenharia do Exército, conforme apresentado na Figura 1.

OEE 1 - CONTRIBUIR COM A DISSUASÃO EXTRARREGIONAL					
Estratégia	Ação Estratégica	Atividades	Capacidade Militar Terrestre	Prg/Pjt	Rspnl/ Intrs
Ampliação da Capacidade Operacional	1.1.7 Reestruturar o Sistema Engenharia.	1.1.7.1 Implantar a 6ª Companhia de Engenharia de Combate de Selva (6ª Cia E Cmb Sl) no Comando Militar do Norte. (2020-2023)	SUPERIORIDADE NO ENFRENTAMENTO PROTEÇÃO	PENSE Amazônia Protegida	EME DEC COTER DGP SEF DCT COLOG C Mil A
		1.1.7.2 Obter material (SMEM) de Engenharia. (2020-2023)		OCOP	
		1.1.7.3 Reestruturar a Simulação no Sistema de Engenharia. (2020-2023)		PENSE	
		1.1.7.4 Implantar a metodologia *"Building Information Modeling" (BIM)* no Sistema Engenharia Exército. (2022-2023)		PENSE	

Figura 1 – Extrato do Planejamento Estratégico do Exército (adaptado de BRASIL,1,2019).

O presente estudo será realizado, inicialmente, por meio de uma pesquisa bibliográfica, seguida da coleta e análise de dados de projetos armazenados no

sistema OPUS e de uma posterior discussão sobre os dados levantados à luz dos conceitos teóricos levantados na revisão bibliográfica.

A amostra a ser trabalhada no presente estudo será obtida pela consulta a dados de obras e serviços de engenharia, armazenados no OPUS, contratados pelas Comissões Regionais de Obras, presentes nas doze Regiões Militares, que abrangem todo o território.

Dentre os contratos analisados, será dada uma maior atenção às obras de construção de novas edificações, pois essa categoria de contratos apresenta uma maior liberdade para se introduzir novas metodologias por se tratar de projetos que não dependem de edificações preexistentes, como no caso das reformas e adequações.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica na literatura disponível com a finalidade de obter os conceitos teóricos sobre Gestão de Conhecimento e BIM que servirão de fundamentos para as discussões apresentadas. Além disso foi realizada uma descrição de algumas funcionalidades do OPUS, com base na experiência do autor do trabalho, que atuou em CRO/SRO por um total de seis anos.

Em um segundo momento foi realizada a coleta de dados mediante “download” dos dados disponíveis no Relatório Gerencial de Obras. Esses relatórios apresentam dados de todos os contratos de Obras e Serviços de Engenharia em andamento em cada uma das Comissões de Obras. Nesses relatórios constam dados dos contratos, que são suficientes para extração das variáveis independentes propostas para este trabalho. Os dados provenientes do OPUS foram tratados com ferramentas de estatística descritiva e apresentados em forma de tabelas de forma a ilustrar os pontos de discussão que buscarão confirmar ou não a hipótese apresentada.

A metodologia em questão possui limitações, particularmente, quanto à profundidade do estudo a ser realizado, pois não contempla, dentre outros aspectos, o emprego de métodos quantitativos, estudos de campo e a entrevista com pessoas diretamente ligadas aos processos em estudo. Porém, o método escolhido é adequado para um trabalho de curta duração temporal e possibilitará o alcance dos objetivos propostos.

Outra importante limitação do trabalho que deve ser destacada é que a visão e o enfoque do trabalho se basearam em grande parte na experiência do autor, que

possui uma vivência considerável no Sistema de Obras Militares, mas sempre atuando em OM responsáveis pela confecção de projetos e pela contratação e fiscalização de obras. Portanto, não foram analisadas ferramentas do OPUS próprias do nível de aceso da DOM, nem foram abordados aspectos técnicos do sistema voltados para sua programação e organização dentro da área do conhecimento da engenharia de computação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os conceitos teóricos que servirão de base para as discussões deste trabalho estão relacionados com duas áreas do conhecimento que guardam relação entre si, uma delas é Gestão do Conhecimento e a outra o Building Information Modeling (BIM).

2.1 GESTÃO DO CONHECIMENTO

A Gestão do Conhecimento é um ramo da administração que possui várias abordagens e definições, segundo MELO (2003, p 36):

> A gestão do conhecimento é uma disciplina que objetiva democratizar o acesso aos conhecimentos obtidos por indivíduos, seja qual for o meio escolhido pelo gestor, organizando, classificando e criando dispositivos para sua disseminação conforme o interesse e o propósito de um grupo.

Nesse sentido, este trabalho buscará verificar a possibilidade de disseminação do conhecimento adquirido e armazenado no sistema OPUS com o propósito de agregar agilidade e qualidade a atividade de confecção de projetos.

O conhecimento pode ser considerado sobre duas perspectivas, a primeira é o conhecimento explícito, que tem um caráter formal e sistemático, podendo ser expresso em palavras e números. O conhecimento explícito pode ser facilmente comunicado e compartilhado sob a forma de dados, fórmulas, procedimentos ou princípios universais. A outra perspectiva é o conhecimento tácito, que é mais difícil de visualizar, exprimir ou formalizar, pois é altamente pessoal e está relacionado com as ações, experiências, emoções, valores ou ideais dos indivíduos. O conhecimento tácito abrange uma vertente relacionada com habilidades técnicas e outra relacionada a modelos mentais. (TAKEUCHI, 1997).

Armazenar informações é diferente de armazenar conhecimento, pois o conhecimento é resultado da análise de dados e informações, de forma que o conhecimento envolve análise e conclusões próprias. Alguns estudiosos sobre o tema defendem a necessidade de um processo de transformação de conhecimento explícito em conhecimento tácito, ou vice e versa, para que haja armazenamento de conhecimento (MELO, 2003).

Verifica-se que atualmente o recurso econômico básico, não é a mão-de-obra, ou recursos naturais, mas sim o conhecimento. Dessa forma o maior desafio dos gerentes é aumentar a produtividade dos trabalhadores do conhecimento e da área de serviços. Nessa “sociedade do conhecimento” as organizações devem estar aptas a abandonar o conhecimento que se tornou obsoleto e aprender a criar novos conhecimentos através dos seguintes pontos: melhoria contínua de todas as atividades; desenvolvimento de novas aplicações a partir de seus próprios sucessos; e inovação contínua **como um processo organizado** (TAKEUCHI, 1997).

Nesse contexto, TAKEUCHI (1997), chama a atenção para o conceito de estratégia baseada em recursos, que se disseminou no meio empresarial a partir dos anos noventa. Essa abordagem leva em conta a natureza dinâmica dos mercados que implica na necessidade de uma grande capacidade de aprendizado por parte das empresas, sendo ressaltado a necessidade de conseguir assimilar novas tecnologias e integrar diferentes sistemas.

Essa abordagem tem boa correspondência com o processo de implantação do BIM na confecção de projetos pois trata-se exatamente da utilização de tecnologias que as instituições devem agregar num contexto multidisciplinar para a integração dos vários sistemas que compõem o projeto de uma edificação, como projeto de arquitetura, estruturas, hidráulico, elétrico, etc.

Dessa forma, é importante destacar que as informações podem ser divididas em estruturadas e não estruturadas. As estruturadas são as que já passaram por algum processo que gera uma nova informação, materializados em relatórios, telas ou formulários. As informações não estruturadas, por sua vez, precisam passar por algum tipo de processamento para produzir uma nova informação (MELO, 2003). O OPUS possui uma grande quantidade de informações que podem ser consideradas estruturadas, pois é possível gerar uma série de relatórios que fornecem novas compreensões sobre o conjunto de informações armazenadas no sistema.

Senge (2006), apresenta cinco disciplinas fundamentais que devem ser desenvolvidas em conjunto para que as organizações capazes de aprender. Uma das disciplinas é o **pensamento sistêmico**, que ressalta a importância

de considerar os diversos aspectos interrelacionados dos fenômenos que interferem na dinâmica de uma organização. Outra disciplina é o **domínio pessoal**, que está relacionado ao desenvolvimento das habilidades dos integrantes da organização, que deve ser percebido como uma necessidade tanto pelo indivíduo quanto pela organização. Essa disciplina possibilita o atingimento de levados níveis de proficiência que torna os indivíduos capazes de contribuir efetivamente para o atingimento dos objetivos da organização.

A disciplina seguinte são os **modelos mentais**, que são pressupostos fortemente arraigados que moldam a forma de pensar das pessoas influenciando sua forma de pensar e agir. Se os modelos mentais estiverem voltados para uma forma de trabalhar obsoleta podem dificultar a inovação dentro da organização, em virtude disso a flexibilidade dos modelos mentais e sua adaptação as mudanças que ocorrem no ambiente em que a organização está imersa são importantes fatores de aptidão para o aprendizado organizacional.

A próxima disciplina é a **visão compartilhada**, que trata da importância de uma imagem compartilhada de futuro, com um senso comum de importância das metas, valores e missão da organização. Essa disciplina é um componente importante da liderança nas organizações mais bem sucedidas e favorece o aprendizado dos colaboradores que tendem a buscar a aquisição de novos conhecimentos não por obrigação, mas por se identificar com os valores da organização.

Outra disciplina importante é a **aprendizagem em equipe**, que está relacionada com a capacidade dos membros da organização superarem suas diferenças se engajarem em diálogos construtivos, que podem ampliar as percepções do grupo e levar a conclusões que seriam inviáveis para um único indivíduo. Para que isso seja possível o ambiente organizacional deve ser favorável, sem que prevaleça o comportamento defensivo que mina os processos de aprendizagem.

Dentre as cinco disciplinas elencadas acima, Senge (2006) destaca a importância do pensamento sistêmico, que ele chamou de **quinta disciplina**, pois essa é a disciplina que integra as outras e possibilita que os ganhos para o aprendizado organizacional sejam significativos.

Tanto o conhecimento, quanto a informação dizem respeito a significado, no entanto, o conhecimento, diferente da informação, diz respeito a crenças e compromissos e está relacionado à ação. A informação é um meio para se extrair o conhecimento, enquanto **o conhecimento pode ser definido como uma crença verdadeira justificada** (TAKEUCHI, 1997). Dessa forma, somente o conhecimento consolidado com base em um conjunto de informações pode gerar novas capacidades. O que não seria possível, mesmo que se tenha um grande conjunto de informações estruturadas, mas sem a geração de conhecimento, pois a informação por si só não mobiliza crenças, compromissos e ações.

Muitas vezes, para fazer um melhor uso do conhecimento pertencente a uma organização é necessário fazer o gerenciamento desse conhecimento já existente. É comum que, colaboradores em uma parte da organização gastem muita energia ou mesmo não consigam resolver um problema porque o conhecimento de que precisam se encontrar em outra parte da organização, mas não é conhecido ou acessível. Portanto, a primeira iniciativa de gestão do conhecimento em muitos casos é descobrir o escopo de conhecimento disponível e tomar medidas para tornar esse conhecimento acessível em toda a organização. Abordagens específicas podem incluir a realização de uma auditoria de conhecimento, mapeando os recursos e fluxos de conhecimento da organização, tornando o conhecimento tácito mais explícito e implementando mecanismos para movê-lo mais rapidamente para onde for necessário (NHS, 2005).

Melo (2003) ressalta a importância e a dificuldade da criação de um sistema de Gestão do Conhecimento no âmbito das organizações. O autor orienta sobre a necessidade de se criar um comitê de Gestão do Conhecimento, que teria missão de transformar uma visão baseada na informação em uma visão baseada no conhecimento. Para atingir esse objetivo, deve haver uma plataforma de Tecnologia da Informação capaz de operacionalizar essa ação.

Em sua busca por uma metodologia para a criação do conhecimento, Takeuchi(1997) posicionou a criação do conhecimento em um gráfico bidimensional representado pelas Dimensões Epistemológica e Ontológica. A dimensão Epistemológica diz respeito a natureza do conhecimento variando

de tácito a explícito, enquanto a Dimensão Ontológica abrange o conhecimento presente no indivíduo, nos grupos, nas organizações e interorganizações, conforme representado na Figura 2. Seu pressuposto crítico é que o conhecimento humano é criado e expandido através da interação social entre conhecimento tácito e conhecimento explícito, processo denominado de conversão do conhecimento.

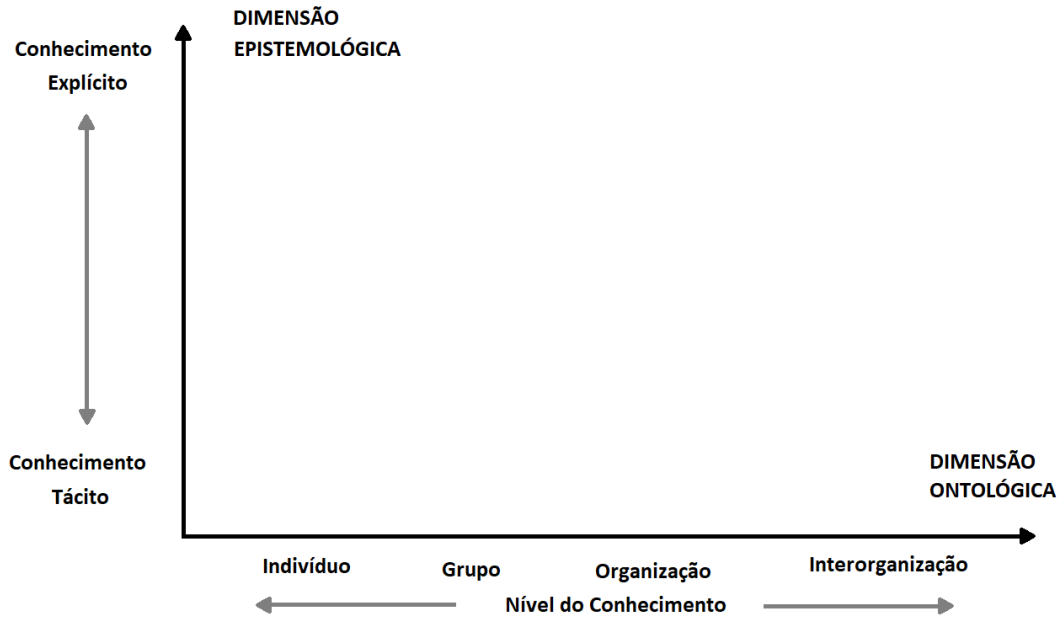

Figura 2 – Dimensões da criação do conhecimento (adaptado de TAKEUCHI, 1997).

A conversão do conhecimento pode acontecer de quatro modos descritos de forma resumida a seguir (TAKEUCHI, 1997):

1) **Socialização**: conversão de conhecimento ***tácito para tácito*****,** a base dessa é uma transmissão de conhecimento baseada na experiência interpessoal e em treinamentos práticos, sendo absorvida diretamente de outros indivíduos no próprio ambiente de trabalho.
2) **Externalização:** conversão de conhecimento ***tácito para explícito***, expresso na forma de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses e modelos, essa é a principal chave para a criação de novos conhecimentos, que podem ser expressos em linguagem sistemática, lógica e coerente.

3) **Combinação:** conversão de conhecimento ***explícito para explícito***. Trata-se da sistematização de conceitos em um sistema de conhecimentos, que envolve a combinação de conjuntos diferentes de conhecimentos explícitos.
4) **Internalização:** conversão de conhecimento ***explícito para tácito*.** É proveniente da absorção de conhecimentos provenientes de normas, manuais e histórias escritas ou orais que são internalizados pelos colaboradores em um modelo mental tácito.

2.2 BUILDING INFORMATION MODELING

Building Information Modeling (BIM), que pode ser traduzido como Modelagem da Informação da Construção, representa o estado da arte da elaboração de projetos e de todo o processo construtivo de obras de engenharia.

BRASIL (2019) apresenta a seguinte definição de BIM:

> *"considera-se BIM ou Modelagem da Informação da Construção o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção."*

Os processos de elaboração de projetos têm se modificado no decorrer das últimas décadas, seguindo os avanços tecnológicos. A prática comum era a representação dos projetos por desenhos feitos a mão utilizando-se nanquim e papel vegetal. A mudança para plataformas computacionais com auxílio da tecnologia CAD (Computer Aided Design) trouxe um salto de qualidade e eficiência para a elaboração de projetos, facilitando tanto a criação dos desenhos quanto a realização de modificações e alterações no projeto original. Os sistemas CAD utilizam elementos gráficos básicos vetorizados, como linhas, pontos, textos dentre outros, com precisão matemática na composição dos desenhos do projeto, que podem ser representados em duas ou três dimensões (2D ou 3D). A evolução tecnológica é inegável, mas não se constitui em uma mudança de paradigma no processo construtivo, pois trata-se de

confeccionar representações geométricas, só que utilizando-se ferramentas computacionais mais precisas e eficientes que o desenho feito a mão (NASCIMENTO, et al,2015).

Atualmente o emprego de tecnologias CAD ainda é predominante no mercado brasileiro da construção, no entanto o emprego do BIM vem ganhando espaço nos últimos anos. A principal diferença entre os sistemas CAD e o BIM é que, no primeiro caso, o produto é uma representação gráfica de desenhos e informações com a finalidade de orientar a construção de um empreendimento. No caso do BIM, o produto é uma reprodução dos objetos reais através de modelos virtuais que contém informações que vão além da representação geométrica, o que possibilita simulações e análises mais significativas das fases subsequentes do empreendimento. Enquanto na elaboração de projetos em CAD, as atividades se desenvolvem predominantemente de forma sequencial, nos projetos em BIM, as atividades de elaboração se desenvolvem de forma mais simultânea, favorecendo uma coordenação mais intensa e ágil dos diversos profissionais envolvidos na elaboração de um projeto (BRASIL,2017).

Para Nascimento et al (2015), o BIM representa uma verdadeira mudança de paradigma, pois, enquanto no CAD os elementos de projeto são eminentemente geométricos, no BIM, os elementos são objetos paramétricos que contêm informações além das gráficas. Por exemplo, enquanto no CAD uma porta é representada como linhas de uma determinada cor e espessura, no BIM, além da representação geométrica em três dimensões, o objeto porta pode ser definido com informações que contenham detalhes de seus componentes, material, fornecedor, custo etc. Um modelo BIM pode fornecer relatórios dos quantitativos de portas, janelas, alvenaria, piso e de qualquer outro objeto definido no modelo. Assim podem ser agregados ao modelo de construção virtual dimensões como tempo, custo e outros.

Apesar de ser um conceito mais antigo e de já existirem "*softwares"* de modelagem em três dimensões há mais tempo, a disseminação do BIM está relacionada à evolução de microcomputadores com a capacidade de processamento necessária e preços acessíveis para o mercado da construção, associada à criação de normas que foram publicadas a partir do ano de 2005 (BRASIL, 2017).

Venâncio (2015) alerta que apenas a representação gráfica em três dimensões não caracteriza que o projeto se encontra no contexto do BIM, pois representações em 3D já estavam presentes na tecnologia CAD. Esse recurso por si só não agrega

informações complementares que podem expandir as possibilidades do projeto. O BIM também não se resume à utilização de algum programa computacional específico, ainda que possua ferramentas gráficas sofisticadas, como renderização de imagens.

Assim, a montagem do modelo virtual da construção ocorre a partir de objetos virtuais paramétricos, que são definidos como componentes que podem ter suas características alteradas para atender às necessidades específicas de um projeto sem necessidade de redesenho. Voltando ao exemplo do objeto porta, um parâmetro geralmente relacionado a esse projeto é a sua largura. Caso esse parâmetro seja alterado toda a documentação do projeto vai ser atualizada automaticamente sem a necessidade de redesenho (BRASIL,2017). Continuando nesse exemplo, verifica-se que a modificação na diminuição da porta implicaria, geralmente, na modificação das dimensões da alvenaria que a envolve. Em um modelo BIM essas modificações podem ser percebidas e quantificadas de uma forma mais automática. Supondo que o projetista aumentasse a dimensão da porta, mas esquecesse de diminuir a dimensão da alvenaria que a envolve o modelo teria a possibilidade de apontar em um relatório de inconsistências que existe a situação da porta e da alvenaria estarem ocupando o mesmo lugar no espaço.

Os objetos paramétricos dos modelos virtuais da construção podem ser mais ou menos detalhados graficamente e conter mais ou menos informação. Existe mais de uma classificação do nível de maturidade de representação dos objetos BIM, uma das mais destacadas é a classificação indicada pela sigla LOD (Level Of Development) em inglês, ou ND (Nível de Desenvolvimento) em português. Os principais guias sobre o BIM editados no Brasil sugerem a classificação que vai de LOD100 a LOD500 variando em incrementos múltiplos de 50. Assim o LOD 100 representa o modelo menos desenvolvido e o LOD500 o mais desenvolvido (JUNIOR, 2019).

O projeto de uma edificação, em geral, é confeccionado por mais de um profissional, que são responsáveis por uma ou mais de diversas disciplinas, como arquitetura, fundações, estruturas, elétrica, hidráulica, sanitária, lógica, ar condicionado, dentre outras.

Junior (2019) descreve o processo de execução de um projeto de edificações, seguindo os métodos tradicionais baseados em CAD, no âmbito do Sistema de Obras Militares do Exército Brasileiro. De forma resumida, verifica-se que inicialmente cabe

ao arquiteto desenvolver a concepção inicial da edificação. Em um segundo momento, o arquiteto repassa o desenho contendo elementos geométricos da edificação para os projetistas das outras disciplinas, que confeccionam individualmente seus projetos, enquanto o arquiteto segue detalhando o projeto de arquitetura. Durante a confecção do projeto, o chefe da equipe deve realizar reuniões de compatibilização entre os projetos para verificar se o projeto de uma disciplina interfere, ou até mesmo impede a solução de outro projetista. Quando são verificadas incompatibilidades, um ou mais projetos são adaptados, modificados ou mesmo refeitos para que solucionar as inconsistências.

Quando se faz referência ao “modelo BIM”, na verdade, trata-se de uma combinação de diversos arquivos das diferentes especialidades que, graças à interoperabilidade, fornece uma visão completa da construção virtual. Os arquivos de trabalho de cada projetista das diferentes especialidades são chamados arquivos autorais, esses são os arquivos efetivamente utilizados para elaboração do projeto e para gerar a documentação de cada especialidade. Os arquivos autorais não são entregues ao contratante do projeto, salvo quando haja previsão contratual para isso (BRASIL, 2017).

No BIM, os projetistas da equipe podem trabalhar de forma integrada e simultânea, num arquivo denominado modelo federado, que é um arquivo computacional que possui todas as informações do modelo, que pode ser compartilhado tanto por profissionais da mesma disciplina como de disciplinas diferentes. Essa interoperabilidade é facilitada pela utilização de um formato de arquivo que pode ser reconhecido por uma grande variedade de softwares utilizados atualmente para elaboração de projetos de engenharia, trata-se do formato .ifc. Dessa forma, caso haja uma infraestrutura de tecnologia da informação adequada, a coordenação entres os projetistas pode ser feita em tempo real, minimizando a necessidade de retrabalho para compatibilização das diversas disciplinas (BRASIL,2017).

A junção das informações dos objetos das diversas disciplinas possibilita a detecção automática de interferências geométricas ou funcionais. Algumas ferramentas computacionais podem além fornecer um relatório com todas as inconsistências detectadas, indicando sua localização geométrica, ainda pode classificá-las de acordo com o seu impacto no projeto como leves, moderadas ou críticas. Essa verificação é uma parte importante para a validação do modelo, que visa

garantir a qualidade da modelagem e confiabilidade das informações (PARANÁ, 2018).

Outra característica dos projetos em BIM é relação entre o modelo e a documentação gerada. A partir do momento que o modelo está satisfatoriamente desenvolvido é possível gerar grande parte da documentação do projeto necessárias para as fases subsequentes de construção e operação das edificações. Essa associação entre o modelo e a documentação implica numa maior agilidade e confiabilidade quando são necessárias modificações em qualquer dos elementos componentes do modelo. No caso dos processos em CAD, ocorrendo necessidade de modificação no projeto, deveriam ser realizadas as alterações em todas a peças da documentação afetadas pela modificação, no entanto, essa verificação de peças da documentação que seriam afetadas, em muitos casos não são triviais, principalmente em casos de projetos maiores, que podem conter centenas e até milhares de pranchas com elementos de plantas, cortes, fachadas, detalhes etc. Portanto o BIM tem potencial para diminuir a incompatibilidade proveniente das atualizações do projeto (BRASIL,2017).

A implantação do processo BIM deve ser realizada cuidadosamente tanto no meio público como no meio privado, pois exige uma mudança na cultura das organizações, com a finalidade de transformar a forma de projetar tradicionalmente adotada a muitos anos. Esse processo exige investimentos em pessoal, infraestrutura e documentação de referência, tanto para o projetista quanto para o contratante do projeto (BRASIL,2017). No Brasil, diversos órgãos governamentais já vêm se mobilizando tanto para incentivar a utilização do BIM, quanto para normatizar os procedimentos necessários para seu emprego. Isto fica evidenciado pela legislação e cadernos de orientação constantes na referência deste trabalho. O Sistema de Obras Militares do Exército Brasileiro também faz parte desse esforço, tendo inserido a implantação do BIM como uma atividade de seu Planejamento Estratégico, conforme apresentado no capítulo introdutório.

Seguindo essa tendência de forma pioneira, a DOM desenvolveu o OPUS, um Sistema Informatizado de Gestão de Obras Militares com o objetivo de dar suporte às atividades desenvolvidas pela Diretoria. O OPUS foi concebido com utilização de tecnologias avançadas para o contexto do mercado da construção, como georreferenciamento dos planos diretores das áreas sob responsabilidade do Exército, com representações em 2D e 3D. Destaca-se também o controle de arquivos

de projetos em nuvem e padrões abertos de interoperabilidade. Todos esses fatores apontam para uma sinergia entre o OPUS e o BIM (Nacimento, 2015). O capítulo 3 apresentará o OPUS de forma mais detalhada.

JÚNIOR (2019) verificou o nível de maturidade da implantação do BIM nas Comissões e Serviços Regionais de Obras, na Diretoria de Obras Militares e na Diretoria de Projetos de Engenharia. As OM foram divididas em dois grupos, o grupo I, composto pela DOM, DPE, CRO11 e CRO5, apresentou um melhor desenvolvimento com destaque para DPE, que produziu um projeto com objetos com LOD400, sendo esse projeto o único verificado no sistema de obras com esse nível de desenvolvimento. As demais OM ficaram em um segundo grupo que não possuem uma maturidade tão desenvolvida quanto o segundo grupo. Verifica-se também a obrigatoriedade do desenvolvimento de projetos utilizando um software vocacionado para o BIM a partir de 2014, no entanto a ênfase observada foi, ainda, muito vinculada a apresentação visual em 3D, com pouca informação agregada aos modelos.

Venâncio (2015) reporta a complexidade envolvida na implantação do BIM, em virtude da necessidade de adaptação a novos processos de projeto, baseados na coordenação, na interoperabilidade e na partilha de informações, não somente durante as fases de projeto e construção, mas para a sua utilização ao longo do ciclo de vida de um edifício.

JUNIOR (2019) também aponta para a necessidade de uma estratégia coordenada para que a implantação do BIM seja bem sucedida no Sistema de Obras Militares.

3 A ESTRUTURA DO OPUS

Conforme publicado na página da DOM na internet, o OPUS tem por objetivos proporcionar transparência no uso de recursos públicos, garantir informações oportunas para a tomada de decisão em diversos níveis, agilizando a comunicação entre os diversos atores do processo de gestão de obras. Outros objetivos são a drástica redução de uso de papel, agilidade na execução dos processos. Mais relacionados com o tema deste trabalho são, também, objetivos do OPUS a busca por favorecer a estatística dos dados gerados no processo de gestão de uma obra pública, gerando conhecimento útil e viabilizar o reaproveitamento de projetos de engenharia gerando economia de recursos (DOM, 2020).

O OPUS é um sistema que possui diversas funcionalidades, com usuários com diferentes níveis de acesso. Nas organizações militares do Exército que não fazem parte do Sistema de Obras Militares existe o perfil de operador e o perfil do Comandante, que têm apenas acesso local. Nesse nível, os militares podem solicitar e priorizar obras ou serviço de engenharia nas instalações sob responsabilidade de sua OM.

Os integrantes das Comissões de Obras e Serviços Regionais de Obras possuem um acesso mais amplo, onde é possível visualizar e realizar ações nas OM de sua área de responsabilidade, dentro desse nível existem perfis diferenciados para Adjuntos, Chefe de Seção Técnica e Chefe de CRO/SRO. Integrantes de uma Comissão de Obras não consegue visualizar os projetos realizados por outras Comissões. Os usuários da Diretoria de Obras Militares conseguem realizar ações e visualizar todas as funcionalidades em todas as OM do Exército.

A base de dados do OPUS consiste em um sistema de informações geográficas que contém, dentre outras informações Plano de Diretor de Organização Militar (PDOM) de todas as OM do Exército, que podem ser visualizados a partir da ferramenta E-mapa, conforme figura 2. O PDOM é a base para todas as demais ações no sistema, nele estão representadas todas as benfeitorias existentes no aquartelamento, como edificações, vias, cercas, muros, castelos d’água etc. As benfeitorias são classificadas como existentes, a demolir ou a construir. Dessa forma, toda solicitação de uma nova construção implica em uma prévia atualização do Plano Diretor com a inclusão de uma benfeitoria a construir.

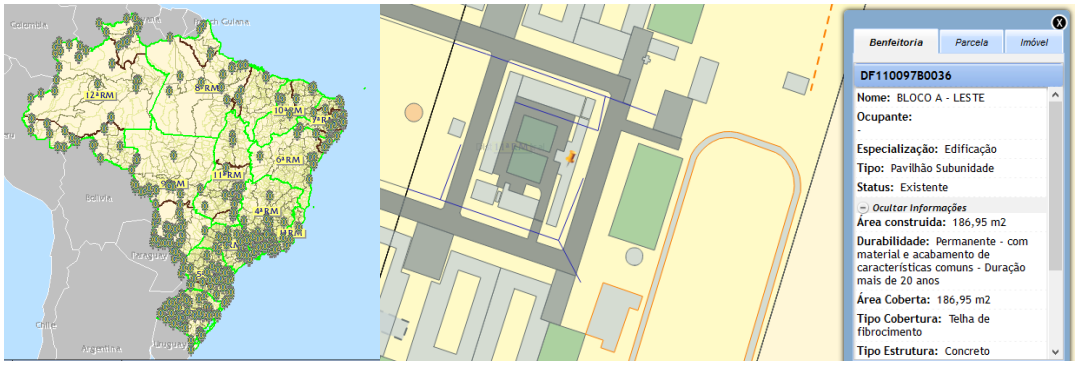

Figura 2: E-mapa – visão geral a esquerda - detalhe de um PDOM a direita.

Todas as obras e serviços de engenharia no âmbito do Exército Brasileiro deve corresponder a uma solicitação no OPUS. As solicitações possuem uma numeração única e estão sempre vinculadas a uma benfeitoria pertencente a um PDOM de OM. As solicitações podem se feitas tanto pelos operadores da OM, quanto pelos operadores das CRO/SRO. A priorização das solicitações de cada OM é feita pelo Comandante, que deve consolidar suas solicitações já priorizadas em um relatório do próprio sistema denominado Ficha Modelo 18 e remeter a sua Região Militar ou Grupamento de Engenharia enquadrante. O comandante da Região Militar ou do Grupamento de Engenharia, por sua vez consolida e prioriza as solicitações e remete a DOM em outro relatório, denominado Ficha Modelo 20.

As solicitações atendidas com base na Ficha Modelo 20, em geral são relacionadas a serviços de engenharia voltados para manutenção das benfeitorias, com recursos provenientes do grupo de despesa pública destinados ao custeio. As obras de construção, ampliação ou reforma geralmente são atendidas com base no Plano de Descentralização de Recursos de Ações de Engenharia (PDRAEng) firmado entre o DEC e o EME, DGP e COLOG e estão associados a objetivos estratégicos do Exército. Quando a solicitação sofre alteração de escopo, valor ou se torna desnecessária, o operador da OM deve realizar essas atualizações no sistema. De igual modo deve ser informado o atendimento da obra ou serviço com recurso de fonte externa ao DEC. A quantificação das obras e serviços serão apresentadas no capítulo 4.

A solicitação é a primeira fase do ciclo de vida de uma benfeitoria. Atualmente todas as fases do ciclo de vida são gerenciadas no OPUS, essas fases estão representadas na figura 3.

Figura 3: Ciclo de Vida de uma Obra Militar

Após a priorização das solicitações, as obras e serviços são programados pela DOM, de acordo com a disponibilidade de recurso. O início da fase de projetos se dá com base no PDRAEng ou com a emissão da Previsão de Recurso Orçamentário (PRO), que é um documento que sinaliza a disponibilidade de recurso e autoriza o início da fase externa do processo licitatório. A existência de programação financeira é considerada um importante marco para se dar início à confecção de projetos no âmbito do Sistema de Obras Militares e tem a finalidade que não se aplique recursos humanos e financeiros na elaboração de projetos que não serão executados.

O módulo de projetos do OPUS comporta um processo para aprovação dos projetos pela própria CRO/SRO, pelos Grupamentos de Engenharia e pela DOM, de acordo com o valor e complexidade dos projetos. Os projetos são enviados via OPUS e avaliados, inicialmente é realizada uma aprovação preliminar que verifica a concepção arquitetônica, essa medida foi implementada para evitar que houvesse uma grande quantidade de retrabalho devido a necessidade de modificações no projeto de arquitetura, que serve de base para a confecção dos demais projetos. Em um segundo momento é enviado e avaliado o projeto completo, que é analisado seguindo um roteiro de verificações padronizado com a posterior emissão de um relatório.

O projeto pode ser reprovado, aprovado com restrição ou aprovado. Se for reprovado o projeto deve ser submetido a uma nova análise, caso seja aprovado com restrições ou aprovado, o projetista deve corrigir as observações apontadas no relatório, mas não precisa encaminhar para um novo processo de aprovação. Dessa

forma a última versão de todos os projetos enviados para a aprovação fica disponível no OPUS para consultas futuras.

Como subsídio para elaboração de projetos o OPUS seção que disponibiliza projetos de referência. Esses projetos em geral são apenas projetos de arquitetura, com um nível de detalhamento adequado para a fase de estudos preliminares, que após os devidos ajustes e complementos podem ser enviados para a pré-análise de arquitetura no OPUS. É disponibilizado também como modelo uma biblioteca de elementos BIM, que serão utilizados como partida para especificação. A Tabela 1 apresenta a relação de projetos de referência e "templates" disponíveis na seção de projetos de referência do OPUS. Como recurso adicional também é disponibilizado no sistema um banco de projetos elaborados ou contratado no âmbito das CRO/SRO e da DPE e aprovados pela DOM. Esse banco de projetos disponibiliza os projetos por completo, com todas as disciplinas.

Tabela 1 – Projetos de Referência e "*Templates*" disponíveis no OPUS

Projetos de Referência / Templates	
PNR Casa - Oficial General - Tipo I	Ginásio Poliesportivo
PNR Casa - Oficial General - Tipo II	Estande de Tiro Confinado
PNR Casa - Cmt OM	Estande de Tiro Aberto
PNR Casa - Oficial	Paiol Tipo Iglu
PNR Casa - Praça	Paiol Tipo Caixa
Pavilhão de Comando	Pavilhão Almoxarifado
Quadra Poliesportiva	Pavilhão de Terceiros
Postos Médicos	Pavilhão Alojamento Cb/Sd
Biblioteca de Elementos	Pavilhão Alojamento Of/ST/Sgt
PNR Edifício Cap_Ten_ST_Sgt	PNR Casa - Oficial - Sem área de lazer
Pavilhão de Armazenamento de Pontes LSB	PNR Edifício Oficial Superior
Templates - Adequação DOM	Pavilhão CORPO DA Guarda com xadrez
Sistema Fotovoltaico	Pavilhão Manutenção
Templates de Construção por Zona Bioclimática	Posto de Abastecimento com Módulo (PALL)
Pavilhão Rancho	Posto de Abastecimento Lavagem e Lubrificação (PALL)
Pavilhão Garagem de Viaturas Blindades	

Esses modelos possibilitam a padronização de estilos e de acabamentos, no entanto essa padronização só será aplicada se as condições locais permitirem, pois deve-se atentar para as regras urbanísticas locais, que dependem, em geral, de legislação municipal. Diversas outras condições locais devem ser observadas, como o tamanho do terreno disponível, a topografia, a geologia, condições climáticas, além

de considerações sobre o mercado construtivo local. A figura 4 apresenta exemplos de projetos de referência disponíveis no OPUS.

Figura 4 – Exemplos de projetos de referência existentes no OPUS

Após a aprovação do projeto e com a previsão de recurso orçamentário, inicia-se a fase externa do processo licitatório. Nesse momento o projeto aprovado no OPUS, com as devidas modificações indicadas no relatório de aprovação são publicadas para que os licitantes tomem conhecimento e fação suas propostas. Essa versão dos projetos publicada na licitação, em geral, não é exatamente igual a carregada no OPUS, pois possuem atualizações e modificações. Os dados da licitação também são carregados no OPUS. Quando se finaliza o certame licitatório a DOM emite a Nota de Crédito para que a CRO/SRO faça o empenho e a contratação da obra com a empresa vencedora do certame.

A lei 8.666 de 1993, que regulamenta as licitações no âmbito da administração pública, prevê a possibilidade de contratação das obras com base no projeto básico e a contratação do projeto executivo no mesmo contrato da execução da obra. Essa é a opção mais comum no sistema de obras militares, pois traz a vantagem de diminuir os conflitos entre projetistas e executores e de manter a unicidade da

responsabilidade técnica com a empresa contratada sendo responsável tanto pelo projeto executivo quanto pela execução da obra. Dessa forma, grande parte dos projetos aprovados no OPUS são projetos básicos.

A execução do contrato também é acompanhada em detalhes com a inserção de informações no OPUS. São inseridos os dados dos contratos, o acompanhamento financeiro das notas de crédito, empenhos, liquidações e pagamentos. Os aditivos contratuais e reajustes também são inseridos no OPUS e aprovados pela DOM. Todas as medições físicas dos serviços realizados são inseridas no OPUS pelo fiscal da obra, acompanhados de registros fotográficos, assim fica registrado todo o histórico da execução da obra. Dessa forma, é possível ter uma consciência gerencial do andamento das obras, mediante relatórios gerados pelo OPUS. Ainda existe um filtro chamado Relaório Gerencial de Obras, que fornece em uma única tela todos os contratos vigentes de uma determinada CRO/SRO, com as informações básicas de cada contrato e o link para o relatório detalhado de cada contrato.

A finalização dos contratos também é acompanhada por meio do OPUS, após a execução dos serviços deve ser carregado no sistema o Termo de Recebimento Provisório e, em até noventa dias depois deste, o Termo e Recebimento Definitivo. Em seguida deve ser providenciada a transferência patrimonial que é precedida pelo Termo de Recebimento e Entrega de Obras (TEREO), somente para obras que impliquem em aumento de patrimônio, para serviços de engenharia normalmente não se faz necessário a realização do TEREO.

Para que o contrato seja considerado encerrado no OPUS é necessário que seja carregado o projeto “as built”, que é o projeto como construído, que inclui todas as alterações do projeto executivo que foram realizadas na fase da obra. É importante que o projeto “as built” seja um item de serviço previsto no orçamento do contrato, pois como é uma atividade que gera custos, se não tiver previsto no orçamento da obra pode haver questionamentos sobre a obrigatoriedade de sua execução por parte da contratada. É comum que as empresas não entreguem os arquivos autorais, que contém as bases teóricas e as memórias de cálculo de como foi desenvolvido o projeto, daí a importância de previsão contratual para a obtenção desse material.

Após o recebimento e a ocupação por parte da OM beneficiada pela construção da benfeitoria, inicia-se a fase de operação da edificação, quando se faz necessário as atividades de manutenção. Inicialmente, os serviços apresentam uma garantia contratual de um ano para equipamento e de cinco anos para os demais componentes

das edificações, conforme previsto no código civil brasileiro. A garantia de elementos estruturais pode ser acionada mesmo depois de terminado o prazo de cinco anos. As solicitações de acionamento de garantia e de serviços diversos não incluídos na garantia se iniciam com uma solicitação no OPUS, conforme descrito anteriormente.

Outro recurso, existente no OPUS para a fase de operação da benfeitoria é a realização de Vistorias Técnicas por parte das CRO/SRO. Essa atividade é realizada por técnicos das CRO/SRO que realizam a vistoria das benfeitorias para verificar a necessidade de serviços de manutenção e adequação que podem resultar em serviços comuns de manutenção predial, serviço de engenharia ou obras, as vistorias podem classificar as necessidades como normais ou emergenciais.

Na intranet da DOM, encontra-se disponível um tutorial com diversos vídeos gravados, onde são demonstradas a diversas funcionalidades. Destaca-se a opção de se fazer o tutorial com vídeos se contrapondo à forma tradicional de desenvolver um tutorial em formato de texto. Essa busca por facilitar a aquisição do conhecimento por parte dos colaboradores está relacionada a necessidade de alta adesão e proficiência por parte dos usuários que são os responsáveis por inserir a maioria dos dados. Essa forma de trabalho colaborativo, que agrega uma grande quantidade de informações à atividade de construção, manutenção e gerenciamento de bens imóveis está alinhado com a ideia do BIM.

Neste capítulo, foi realizado um panorama do OPUS, sem a pretensão de apresentar todas as funcionalidades. O nível de acesso considerado foi o de Chefe de Seção técnica de CRO/SRO, que é o nível com o qual o autor deste trabalho está familiarizado. Existem outras ferramentas de uso específicos da DOM.

Conforme apresentado neste capítulo, verifica-se que o OPUS possui uma ampla gama de ferramentas possibilitam o gerenciamento de várias atividades relacionadas as benfeitorias cadastradas nos Planos Diretores das OM durante todo o seu ciclo de vida. Verificou-se a existência de uma grande quantidade dados e informações disponíveis no sistema.

4 DIAGNÓSTICO PARCIAL DAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NO OPUS

Uma das ferramentas para gerenciamento dos contratos existente no OPUS é o relatório gerencial de obras. Este relatório contém todos os contratos de cada uma das CRO/SRO que se encontram ativos no OPUS, o período de atividade vai desde o cadastro do contrato até sua retirada após a conclusão da obra ou serviço com o devido cadastramento do projeto “as built”. O contrato também pode ser dado como encerrado após uma rescisão contratual sem a conclusão da obra ou serviço de engenharia, nesse caso deve ser cadastrado outro contrato para a conclusão da obra ou serviço de engenharia.

O relatório gerencial possui dados do tipo de obras, valor inicial dos contratos, valor dos reajustes e aditivos contratuais, prazos e datas de início e fim da vigência dos contratos, valores empenhados, liquidados e pagos, com os respectivos percentuais, além de um link para o relatório completo de cada contrato. Quando o contrato abrange mais de uma edificação os valores são detalhados por edificação. Dessa forma, com base nos dados compilados dos relatórios gerenciais das CRO/SRO é possível ter uma visão geral dos projetos que estão sendo executados no SOM. Cabe esclarecer que os dados levantados neste capítulo se basearam apenas nos dados presentes no relatório gerencial, não havendo o detalhamento dos dados dos projetos.

Tabela 2 - Valor e quantidade totais de obras e serviços de engenharia do sistema de obras (Ago 2020).

Tipos de Obras/ Serviços de Engenharia	Valor (R$)	% Valor	Quant	% Quant
Construção e Implantação	896.919.265,90	74,8%	340	41,6%
Adaptação/Adequação/Recuperação/Reparação/Manutenção/ Restauração	230.942.549,06	19,3%	410	50,1%
Ampliação/Reforma	57.068.028,23	4,8%	47	5,7%
Outras orbras e serviços	14.744.571,86	1,2%	21	2,6%
Total	**1.199.674.415,05**	**100,0%**	**818**	**100,0%**

Observando os dados constantes na Tabela 2, pode-se verificar que o total financeiro dos contratos do SOM que se encontram ativos no OPUS chega ao montante de quase 1,2 bilhões de reais distribuídos em 818 obras ou serviços de

engenharia. Verifica-se que aproximadamente 75% do valor total está relacionado com a atividade de Construção e Implantação, no entanto essa atividade corresponde somente 41,6% das instalações que se encontram com atividades em andamento. Esses valores correspondem ao esperado, tendo em vista que atividades de construção tendem a custar mais que intervenções realizadas em construções preexistentes. Assim existe um maior número de intervenções em instalações preexistentes, mas com um correspondente financeiro menor.

Sob o ponto de vista de aproveitamento de projetos tipo observa-se que estes teriam uma maior aplicação para as construções novas, pois as adaptações em construções existentes têm que levar em conta a realidade de uma edificação já construída. Assim ainda que correspondam a um valor financeiro menor as novas construções correspondem somente a 41,6% dos projetos desenvolvidos. Certamente que no que diz respeito ao volume de trabalho de projetos as construções novas exigem um esforço de projeto maior, pois necessitam do projeto completo de todas as disciplinas, enquanto as intervenções em edificações preexistentes, muitas vezes podem não necessitar de todos os projetos. Por exemplo, uma adequação nos sistema elétrico ou no sistema hidráulico da edificação em geral não vão implicar na necessidade de projetos de estruturas, fundações, etc.

Outro aspecto muito importante a se considerar quando se estuda a possibilidade de estabelecimento de um banco de projetos que seja útil para a elaboração de novos projetos é a idade dos projetos. Com base nos dados disponíveis no relatório gerencial é possível estimar a idade dos projetos mais recentes cadastrados no sistema, tendo em vista que o relatório apresenta a data de início dos contratos e os projetos devem ser confeccionados previamente. Portanto, os projetos foram necessariamente confeccionados no mesmo ano ou em anos anteriores à data de início dos contratos. A quantidade de edificações com contratos ativos no OPUS foi classificada por ano de início do contrato conforme apresentado na Tabela 3.

Projetos antigos possuem uma série de desvantagens se comparados com projetos mais novos. Por exemplo os dados cadastrais podem ser desatualizados, pode ter sido construído alguma infraestrutura subterrânea de água esgoto, energia ou telecomunicações, pode ter crescido vegetação, o que implicaria na necessidade da inclusão de um novo serviço de supressão vegetal.

Tabela 3 – Quntidade e Percentual de obras e serviços de engenharia do sistema de obras por ano (Ago 2020).

Obras e Serviços em Geral			
Ano	**Quantidades**	**%**	**% Acumulado**
2009	10	1,22%	1,22%
2010	28	3,42%	4,65%
2011	7	0,86%	5,50%
2012	7	0,86%	6,36%
2013	56	6,85%	13,20%
2014	23	2,81%	16,01%
2015	51	6,23%	22,25%
2016	86	10,51%	32,76%
2017	90	11,00%	43,77%
2018	118	14,43%	58,19%
2019	226	27,63%	85,82%
2020	116	14,18%	100,00%
Total	**818**	100,00%	**100,00%**

Um projeto antigo também pode implicar em desatualizações de mercado, os produtos utilizados a alguns anos atrás podem não ser os mais adequados nos dias de hoje. Um exemplo disso é a iluminação com lâmpadas de LED (Light Emitting Diode), há alguns anos atrás, esse material era muito caro, o que inviabilizava sua utilização em todos os cômodos das construções, hoje em dia, a utilização de lâmpadas de LED em toda a edificação é a solução mais comum. Essa mudança já implica na atualização do projeto elétrico. O mesmo se aplica a outras tecnologias que tem se popularizado no mercado nos últimos anos, como aquecimento solar de água, geração de energia solar etc.

Além disso, outros fatores de natureza técnica também devem ser considerados, por exemplo a NBR 6118 que trata sobre estruturas de concreto armado foi atualizada em 2014, sua versão anterior era de 2003. Portanto, todos os projetos estruturais de concreto armado anteriores a 2014 podem apresentar inconsistências com relação a atual normatização, o que pode acarretar problemas de obtenção de alvarás de construção, dentre outros. Com base no percentual acumulado apresentado na Tabela 3, pode-se estimar que, entre 16% e 22% das edificações com contratos ativos no OPUS, tiveram seu projeto estrutural confeccionado com base na norma de concreto armado antiga. Esse aspecto cresce de importância quando se considera a grande quantidade de sistemas e componentes normatizados envolvidos na construção de uma edificação.

Além disso, no que diz respeito especificamente a este trabalho, pode-se considerar que os projetos realizados antes de 2019, ou seja, algo entre 58% e 85% dos projetos, ou mais, foram confeccionados fora do BIM com uma LOD baixa. Dessa forma, verifica-se a oportunidade de se implementar ferramentas de gestão do conhecimento para aproveitar a implantação do BIM no SOM e potencializar suas aplicações.

Outro fator importante para a utilização de um projeto como modelo é sua localização. Além das particularidades de cada empreendimento, a localização geográfica impõe uma realidade climática que tende a interferir na concepção arquitetônica do empreendimento. A Tabela 4 apresenta a quantidade e o valor das obras de construção e implantação, que são as mais interessantes para utilização de projetos de referência conforme relatado anteriormente. Observa-se que a CRO11 se destaca por apresentar a maior quantidade e o maior valor de obras. Nesse período, houve a construção de diversas novas instalações do Forte Santa Bárbara, que centraliza as instalações, operativas, logísticas e de instrução do sistema de armas ASTROS. Observa-se que muitas dessas instalações tem utilização altamente específicas.

Tabela 4 – Quantidade e Percentual de obras do sistema de obras por região e Comissão de Obras (Ago 2020).

Obras de Construção e Implantação					
CRO/SRO	**Região**	**Quant**	**%Quant**	**Valor(R$)**	**%Valor**
CRO11	Centroeste	104	30,59%	339.976.444,39	37,90%
CRO1	Sudeste	65	19,12%	203.357.118,43	22,67%
CRO9	Centroeste	70	20,59%	90.933.872,51	10,14%
CRO2	Sudeste	8	2,35%	77.100.499,33	8,60%
CRO12	Norte	40	11,76%	55.099.945,36	6,14%
CRO8	Norte	18	5,29%	66.709.364,08	7,44%
CRO5	Sul	16	4,71%	37.766.238,83	4,21%
CRO3	Sul	10	2,94%	22.111.024,15	2,47%
CRO7	Nordeste	7	2,06%	2.490.480,55	0,28%
SRO10	Nordeste	1	0,29%	889.571,43	0,10%
SRO6	Nordeste	1	0,29%	484.706,84	0,05%
Total		**340**	**100,00%**	**896.919.265,90**	**100,00%**

A Tabela 5 agrupa as obras de construção e implantação ativas no OPUS por região, considerando a predominância de atuação de cada CRO/SRO já apresentada na Tabela 4. Observa-se uma predominância de obras na Região Centro- Oeste, seguida pelas obras na Região Sudeste e Norte. As Regiões Sul e Nordeste

apresentam os menores quantitativos e valores financeiros de obras de novas edificações.

Tabela 5 – Quntidade e Percentual totais de obras do sistema de obras por região (Ago 2020).

Obras de Construção e Implantação				
Região	**Quant**	**%Quant**	**Valor(R$)**	**%Valor**
Centroeste	174	51,18%	430.910.316,90	48,04%
Sudeste	73	21,47%	280.457.617,76	31,27%
Norte	58	17,06%	121.809.309,44	13,58%
Sul	26	7,65%	59.877.262,98	6,68%
Nordeste	9	2,65%	3.864.758,82	0,43%
Total	**340**	**100,00%**	**896.919.265,90**	**100,00%**

Outro aspecto importante a considerar são os tipos de obras novas que estão em andamento. A Tabela 6 apresenta os tipos de obras, o valor e o percentual do valor correspondente as construções vigentes no OPUS. Observa-se uma grande variedade de novas obras. O tipo de obra mais relevante é a construção de novas edificações de próprios residenciais nacionais, que são destinadas a residências funcionais para militares. A construção de PNR é responsável por 24,1% do valor de todas as novas construções. Verifica-se que 36,7% das obras são muito particulares, sem grande perspectiva de replicação constante ou relevância financeira, tendo sido classificadas como Obras Diversas.

Tabela 6 – Quantidade, valor e percentual por tipo de obras (Ago 2020).

Tipos de Construção	Quant	% Quant	Valor (R$)	% Valor
Obras Diversas	125	36,76%	298.688.595,08	33,30%
PNR	53	15,59%	216.146.012,53	24,10%
ET/Resdes de água/efluentes	27	7,94%	11.029.644,79	1,23%
Garagem	24	7,06%	34.340.540,26	3,83%
Companhia	18	5,29%	69.797.649,05	7,78%
Infraestrutura/Pavimentação/Estacionamento	18	5,29%	91.233.303,48	10,17%
Pav Administrativo/Pav Cmdo	14	4,12%	63.055.241,18	7,03%
Rede Elétrica/Subestação	13	3,82%	18.635.254,58	2,08%
Rancho	8	2,35%	29.906.182,46	3,33%
Post Médico/ Sec saúde / Enfermaria	8	2,35%	14.780.020,58	1,65%
Quadra Poliesportiva	7	2,06%	4.469.327,44	0,50%
Posto de Abastecimento / Lubrificação	7	2,06%	2.201.836,85	0,25%
Alojamento	6	1,76%	23.496.465,90	2,62%
Castelo D´água	5	1,47%	2.798.937,73	0,31%
Corpo da Guarda	4	1,18%	4.678.092,59	0,52%
Almoxarifado	3	0,88%	11.662.161,40	1,30%
Total	**340**	**100,00%**	**R$ 896.919.265,90**	**100,00%**

Observa-se que certos grupos de obras, que necessitam de conhecimentos específicos, apresentam quantidades, valores financeiros e percentuais significativos, como as estações de tratamentos e redes de água e esgoto, que possuem 27 obras em andamento e as redes elétricas e subestações com 13 obras, sem contar as redes e estações constantes nas obras de infraestrutura. Outro grupo relevante foi o de Infraestrutura/Pavimentação/Estacionamentos, com 18 obras em andamento e 10,17 % do valor do total das construções em andamento.

Vários tipos de obras destacados na Tabela 6 possuem regulamentações muito específicas dentro e fora do Exército e dificuldades de execução de projetos muito particulares. Por exemplo, as obras envolvendo Rancho precisam atender normas do Programa de Segurança Alimentar do Governo Federal e da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA), exigências da mesma natureza se dão para as instalações de saúde. Já as obras envolvendo postos de abastecimento, lavagem e lubrificação de viaturas precisam atender à uma série de exigências ambientais específicas.

Os tipos de obras apresentados na Tabela 6 possuem características que podem facilitar a padronização ou mesmo reaproveitamento parcial dos projetos, mesmo considerando as limitações impostas pelas particularidades locais já mencionadas neste trabalho. As quadras poliesportivas, os postos de abastecimento e os castelos d'água tendem a possibilitar uma maior padronização. Esses três tipos de obras juntos correspondem a 19 obras em andamento, 5,59% do total da quantidade obras, no entanto o percentual do total financeiro é de 1,06%.

Outras obras, mesmo que apresentem requisitos similares, dependem muito das circunstâncias estritamente locais, como as obras de Corpo da Guarda, que muito dificilmente poderiam ser padronizadas, pois a principal condicionante para o desenvolvimento do projeto depende de aspectos estritamente locais, que nesse caso particular é o efetivo necessário para fazer a guarda de uma instalação específica. Da mesma forma, as obras agrupadas na classificação Companhia, que em geral apresentarem certas semelhanças em sua organização, como a necessidade de um comandante de um encarregado de material, de uma reserva de material e de armamento, etc, mas também apresentam particularidades que dificultam a padronização

dos empreendimentos, pois dentro da grande variedade de companhias existentes existem organizações, efetivos previstos e tipos de materiais variados, o que tende a ser impeditivo para o reaproveitamento dos projetos.

Outra variável de estudo a ser considerada é a ocorrência de aditivos contratuais nas obras e serviços de engenharia. O relatório gerencial de obras possuí uma coluna destinada ao valor aditivado de cada obra, onde é apresentado a soma dos valores dos aditivos de acréscimo e supressão de valor contratual. Na tabela 7 são apresentados para cada tipo de obras o quantitativo de construções que não tiveram aditivos ou tiveram predomínio de acréscimo ou supressão na alteração do valor contratual. Verifica-se que 55,29% das obras não apresentaram necessidade de aditivo contratual até o presente, enquanto 30,59% apresentaram uma predominância nos aditivos de acréscimo e 14,12% apresentaram predominância de aditivos de supressão.

Tabela 7 – Quantidade de obras com e sem ocorrência de aditivos de valor financeiro (Ago 2020).

Tipos de Construção	Não houve aditivo	Acréscimo	Supressão	Total
Almoxarifado	2		1	3
Alojamento	5	1		6
Castelo D´água	3	1	1	5
Cia	7	7	4	18
Corpo da Guarda	4			4
Garagem	13	4	7	24
Obras Diversas	69	45	11	125
PNR	24	17	12	53
Quadra Poliesportiva	5	1	1	7
Rancho	5	3		8
ET/Resdes de água/efluentes	20	2	5	27
Post Médico/ Sec saúde / Enfermaria	3	5		8
Infraestrutura/Pavimentação/Estacionamento	11	5	2	18
Rede Elétrica/Subestação	8	4	1	13
Pav Administrativo/Pav Cmdo	4	7	3	14
Posto de Abastecimento / Lubrificação	5	2		7
Soma	**188**	**104**	**48**	**340**
% do Total	**55,29%**	**30,59%**	**14,12%**	**100,00%**

A análise dos ativos contratuais é relevante para a compreensão da situação dos projetos pois se relaciona com a precisão do projeto contratado. Em geral, os aditivos ocorrem por incompatibilidade entre o orçamento inicial, que é uma disciplina componente do projeto, e alguma realidade encontrada na obra que tem repercussão

financeira para o contrato. O orçamento inicial traduz os projetos das demais disciplinas em termos de serviços, unidades, quantidades, valores unitários, bonificações, despesas indiretas e valores totais. Caso alguma parte de um projeto componente não represente fielmente a realidade verificada na obra, de forma a implicar em impacto financeiro, o executor ou o contratante tendem a solicitar a celebração de um aditivo contratual de valor. Portanto, projetos que representem de forma mais fiel a realidade da construção tendem a apresentar menos aditivos contratuais.

Ainda, no que diz respeito a aditivos contratuais, a Tabela 8 apresenta os valores financeiros consolidados por tipo de obras dos aditivos contratuais cadastrados no OPUS. Verifica-se que foram necessários R$ 41.288.675,27 para complementar o aprovisionamento financeiro das obras que apresentaram aditivo de acréscimo de valor, por outro lado não serão empregados R$ 18.538.184,33. Cabe destacar que os recursos não aplicados nos aditivos de supressão só podem ser direcionados para os aditivos de acréscimo respeitando-se o principio da anualidade, ou seja só pode ser aplicado em outra obra se o empenho for anulado dentro do mesmo ano em que foi feito, caso contrário o cancelamento definitivo do empenho fará com que o recurso seja devolvido para a União, de forma que o recurso necessário para a complementação dos aditivos de acréscimos terá que ser objeto de captação junto aos órgão provedor do recurso.

Tabela 8 – Valores financeiro de aditivos contratuais de acréscimo e supressão por tipo de obra (Ago 2020).

Tipos de Construção	Acréscimo	Supressão
Almoxarifado		- 55.286,96
Alojamento	218.565,40	
Castelo D´agua	53.547,04	- 1.573,65
Cia	2.752.958,01	- 2.820.071,29
Corpo da Guarda		
Garagem	586.451,31	- 1.673.849,04
Obras Diversas	16.530.354,39	- 1.576.237,37
PNR	13.411.273,96	- 5.487.127,53
Quadra Poliesportiva	154.603,20	- 33.987,32
Rancho	749.907,80	
ET/Resdes de água/efluentes	117.033,90	- 104.036,00
Post Médico/ Sec saúde / Enfermaria	867.418,66	
Infraestrutura/Pavimentação/Estacionamento	3.003.823,59	- 435.175,13
Rede Elétrica/Subestação	268.065,32	- 11.568,58
Pav Administrativo/Pav Cmdo	2.432.816,45	- 6.339.271,46
Posto de Abastecimento / Lubrificação	141.856,24	
Soma	**R$ 41.288.675,27**	**-R$ 18.538.184,33**

Cabe destacar que eventualmente pode ocorrer de o valor de acréscimo e supressão sejam exatamente iguais, o que implicaria em um número de aditivos maior do que o verificado na Tabela 7, no entanto, é razoável supor que tal coincidência não ocorra em quantidade significativa para prejudicar as análises sobre o tema. Outro aspecto a considerar é que provavelmente existem aditivos em tramitação, principalmente nas obras de anos mais recentes como as de 2020 e 2019, que ainda não foram aprovados pela DOM e, portanto ainda não constam no relatório gerencial, de forma que os valores apresentados representam um recorte do momento atual que corresponde a uma estimativa por baixo dos valores reais consolidados ao final das obras.

Considerando que o tipo de obra PNR foi o mais relevante tanto em termos de quantidade obras novas, quanto em valor financeiro, optou-se por uma análise mais detalhada desse elemento. A principal consideração quanto a esse tipo de obra é a diferença entre unidades individuais, as casas, e unidades coletivas, os prédios de apartamentos. A Tabela 9 demonstra a maior relevância dos edifícios de apartamentos que representam 67,92% dos projetos e 96,37% do valor.

Tabela 9 – Tipos de PNR, Quantidade, Valor e Percentual

Tipo de PNR	Qant	% Qant	Valor (R$)	% Valor
Edifício de Apartamentos	36	67,92%	208.302.955,58	96,37%
Casa	17	32,08%	7.843.056,95	3,63%
Total Geral	**53**	**100,00%**	**R$ 216.146.012,53**	**100,00%**

Dentre os Edifícios de Apartamentos buscou-se uma observação mais pormenorizada, através da consulta aos relatórios detalhados desses contratos, que são disponibilizados no OPUS, onde se classificou as obras de acordo com o número de apartamentos de cada edifício, conforme apresentado na Tabela 10.

Verificou que 72,22% dos projetos seguem um padrão de prédios de 12 apartamentos, o que corresponde a 49,9% do valor financeiro destinado a construção de edifícios residenciais. A análise dos relatórios detalhados desses prédios demostrou que se trata de prédios de quatro pavimentos, com

um pavimento térreo de três pavimentos tipos, que apresentam uma concepção arquitetônica semelhante, como se pode verificar pela montagem composta por fotos constantes nos relatórios de algumas dessas obras apresentadas na Figura 5.

Tabela 10 – Tipos de Edifício, Quantidade, Valor e Percentual

Tipo de Edifício	Qant	% Qant	Valor (R$)	% Valor
12 Aptos	26	72,22%	103.935.162,96	49,90%
12 Aptos - 6 andares	1	2,78%	4.883.134,06	2,34%
24 Aptos	4	11,11%	32.145.513,10	15,43%
48 Aptos	3	8,33%	31.103.646,94	14,93%
72 Aptos	1	2,78%	35.996.749,16	17,28%
Projeto	1	2,78%	238.749,36	0,11%
Total Geral	**36**	**100,00%**	**208.302.955,58**	**100,00%**

Figura 5 – Prédios de 12 apartamentos

Observa-se que foi seguida uma padronização em termos gerais, mas que mesmo observando somente a arquitetura da fachada se verificam variações, como o modelo da varanda e as soluções para colocação dos aparelhos de ar condicionado, que por sua vez interfere no projeto elétrico do prédio.

5 INTEGRAÇÃO: GESTÃO DE CONHECIMENTO - BIM - OPUS

O conhecimento necessário para se realizar um bom projeto de engenharia ou arquitetura pode ser considerado um conhecimento tácito. Esse conhecimento é fruto da junção de vários conhecimentos explícitos adquiridos por educação formal associados com a prática na elaboração de projetos, com as percepções pessoais, com a capacidade de trabalhar em equipe e com o estilo de cada projetista, dentre outras habilidades.

O projeto em si é um produto que contém uma grande quantidade de informação. Essa informação visa nortear a execução da obra de forma a garantir que o resultado seja o mais próximo possível do desejado. Pode-se considerar também, que no contexto da obra a que se destina, o projeto é um elemento de conhecimento, pois está orientado para a ação; as pessoas creem em sua capacidade de orientar a realização da obra, portanto é uma crença, que deve ser verdadeira e justificada, caso o projeto seja de boa qualidade, o que vai poder ser verificado durante a execução da obra. Dessa forma o projeto se enquadra na definição de Takeuchi citada no Capítulo 2. No entanto, fora do contexto da edificação a que se destina um projeto não está orientado para a ação nem é acreditado para outro caso específico, sendo apenas informação ou mesmo um conjunto de dados.

A implantação do BIM apresenta certos conceitos que tem afinidade com os conceitos de gestão do conhecimento apresentados neste trabalho. O próprio conceito de BIM, que trata os projetos de engenharia como modelos informacionais, e sua implantação que é considerada uma mudança de paradigma da forma de projetar aproxima os dois conceitos, pois o foco da gestão do conhecimento segundo a bibliografia referenciada está na criação de valor através na inovação tecnológica, de forma que é perceptível que esses dois campos teóricos estão relacionados.

Pode-se considerar a aplicação dos conceitos das cinco disciplinas de Senge, 2006 para a implantação do BIM. O domínio pessoal como base de capacitação profissional para aquisição dos conhecimentos necessários para utilização das ferramentas necessárias ao BIM. A necessidade de se desvincular de modelos mentais extremamente consolidados no meio profissional da engenharia e arquitetura relacionados a forma de projetar

baseada em CAD. A importância da visão compartilhada para aceitar as novas metas, missões e visões de futuro relacionadas com o BIM. A capacidade de aprendizagem em equipe para conduzir os projetos de forma integrada com outros profissionais e em plataformas colaborativas está no cerne do BIM.

Por fim, a quinta disciplina, que é o Pensamento Sistêmico que deve ser considerado sob vários aspectos. Primeiro porque a implantação do BIM é um processo complexo que envolve tanto a infraestrutura de recursos computacionais tanto em termos de computadores com a configuração suficiente quanto a infraestrutura de redes. Envolve os aspectos relacionados ao domínio pessoal, ao ajuste dos processos de trabalho dentro das organizações e do nível de maturidade em BIM dos parceiros institucionais. Além disso a própria forma de confeccionar os projetos está relacionada ao pensamento sistêmico, pois trabalha o modelo virtual da construção integrando os diversos sistemas componentes.

Considerando a **dimensão epistemológica do conhecimento** segundo Takeuchi, apresentada no Capítulo 2, e aplicando-a para a implantação do BIM, pode-se considerar que o conhecimento tácito dos profissionais como a base para a implantação da BIM, pois é necessário que existam profissionais capazes e interessados em assimilar a nova forma de projetar proposta. Seguindo na direção do conhecimento explícito esses profissionais precisam se capacitar para utilizar as novas ferramentas necessárias ao contexto atual mediante cursos, prática e treinamentos.

Prosseguindo na direção do conhecimento explícito, os processos precisam ser estabelecidos para que cada profissional saiba exatamente o que e quando fazer e consiga integrar seu projeto autoral ao modelo virtual. Dentro da organização, particularmente dentro do Sistema de Obras Militares (SOM), devem ser criados "*templates*", que são as peças que compõem os modelos virtuais, de forma a possibilitar uma maior eficiência na elaboração dos projetos. No SOM, o OPUS é uma ferramenta que possuí vários processos de gerenciamentos de projetos e também disponibiliza "*templates*" para compor os projetos. Por fim, é necessário que a sociedade como um todo estabeleça o conhecimento explícito em termos de manuais, legislações e normas técnicas.

Considerando a **dimensão ontológica do conhecimento**, a base são os indivíduos, que no caso específico são os profissionais técnicos responsáveis pela confecção dos projetos. Os profissionais, que são os detentores do conhecimento tácito, são os alvos dos cursos e atividades de treinamento e capacitação e são executores dos processos.

No âmbito do SOM, o próximo nível seriam as CRO/SRO e a DPE, como OM executoras de projetos, seguidas pela Diretoria de Obras Militares e pelo Departamento de Engenharia e Construção, que são os órgãos responsáveis pela viabilização dos cursos e das capacitações, pela coordenação e supervisão dos processos e pela definição dos "*templates*".

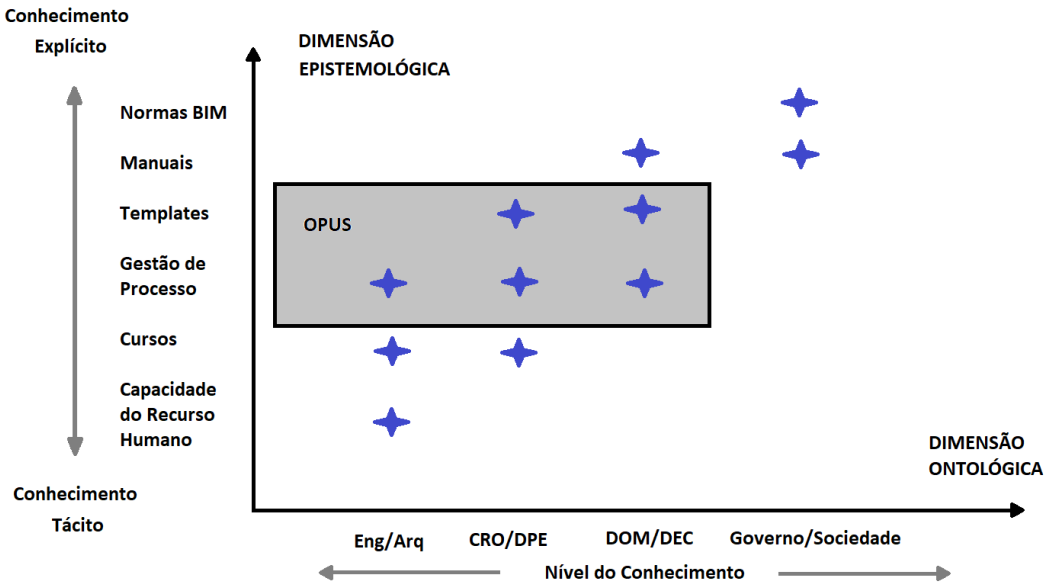

Figura 5 – O OPUS e as dimensões da criação do conhecimento no SOM (adaptado de TAKEUCHI, 1997).

No entanto, o SOM está inserido num contexto maior, uma organização sozinha não vai ser capaz de implantar o BIM sem que haja o ambiente que possibilite essa implantação. Portanto, é necessário que a sociedade, da qual fazem parte os fornecedores de materiais e serviços do mercado da construção, e o governo que é responsável tanto pelo aprovisionamento de recursos públicos, quanto pela definição da legislação, estejam envolvidos. No que diz respeito a dimensão ontológica, o OPUS é uma ferramenta que

está presente em todos os níveis do SOM, conforme representado na Figura 5.

O OPUS possui uma grande quantidade de projetos armazenados. Esses projetos, por sua vez, possuem uma grande quantidade de informação em seus arquivos. Parte dessa informação pode, eventualmente, ser aproveitada na execução de novos projetos, esse aproveitamento pode ser potencializado se as informações estiverem bem estruturadas para esse aproveitamento. No entanto, a qualidade dessas informações deve ser constatada pelo projetista das novas obras, pois cada obra ou serviço de engenharia está vinculado a um projetista específico que assume a responsabilidade técnica pelo projeto.

O OPUS pode ser visto como uma importante ferramenta de conversão do conhecimento. Em certa medida, o OPUS já é utilizado nesse processo, mas existe ainda um grande potencial de expansão.

No que diz respeito à **socialização** do conhecimento, no âmbito do SOM, verifica-se a transmissão de conhecimento tácito entre os integrantes do sistema ocorre no âmbito da própria OM. No entanto, conforme verificado no Capítulo 4, existe uma grande variedade de projetos que exigem conhecimentos específicos, dessa forma, a Seção Técnica das Comissões de Obras precisa dividir seus técnicos em pequenos nichos para dar conta da diversidade de conhecimento exigido. Dependendo do efetivo de técnicos da CRO/SRO essa divisão em nichos pode chegar ao extremo de haver apenas um técnico familiarizado com determinada disciplina ou tipo de obra específica, o que dificulta ou até mesmo impede a socialização do conhecimento no âmbito da própria OM.

Em vista disso o OPUS pode ser utilizado como base para que a socialização do conhecimento tácito seja possibilitada no âmbito do SOM como um todo. O OPUS já possuí o cadastro de todos os usuários e o cadastro de todos os projetos em andamento e já realizados nos últimos anos. Com essas informações é possível identificar projetistas que trabalharam ou estejam trabalhando em projetos semelhantes e possibilitar a formação de comunidades que favoreça a disseminação do conhecimento tácito entre integrantes de diferentes OM do SOM.

Um passo a mais ainda poderia ser vislumbrado, considerando os meios atuais de Tecnologia da Informação e os preceitos de trabalho integrado entre as diferentes disciplinas do BIM, com a devida coordenação, não é distante a realidade em que profissionais de diferentes OM possam trabalhar a distância em projetos, independente de qual CRO/SRO façam parte, podendo gerar uma maior eficiência global do sistema de obras. Pois a especialização do profissional em uma determinada área pode ser aproveitada para tornar o processo de confecção de projetos mais eficiente. Além disso, a validação do projeto fica facilitada, pois o projetista sabe melhor o que é possível adaptar de um projeto anteriormente desenvolvido por ele próprio do que de um projeto desenvolvido por outro profissional, principalmente se for alguém com que ele não tenha tido contato.

No entanto, cabe ressaltar que para se vislumbrar essa possibilidade deve-se atentar para a adaptação do contexto do EB, que trabalha em um paradigma que valoriza a unidade tática. Haveria que existir uma coordenação que possibilitasse o apoio entre as diversas CRO/SRO em favor do apoio de todo o SOM, adequando os processos de forma que as necessidades locais das OM não fiquem prejudicadas por uma interferência de coordenação de pessoal externa.

Quanto a **externalização** do conhecimento, o OPUS já é uma ferramenta que explicita elementos do conhecimento tácito dos projetistas por meio dos projetos que são carregados no sistema. No entanto, uma utilização mais intencional e planejada do conceito de externalização poderia potencializar a disseminação de soluções inovadoras. Considerando o contexto do BIM, onde o modelo virtual da construção é formado por componentes virtuais que podem ser agrupados em módulos de componentes, o aproveitamento de novas ideias pode ser potencializado. De certa forma, essa atividade já é realizada pela disseminação de projetos modelos e "*templates*" no sistema, mas poderia ainda ser incrementada uma seção de melhores práticas e lições aprendidas, por exemplo.

Quanto a **combinação** de conhecimentos explícitos, o OPUS pode ser tanto uma fonte de conhecimento a ser combinado quanto um repositório de conhecimento proveniente de fontes externas. Se for considerado outros níveis de conhecimento dentro da dimensão ontológica, outras fontes de

conhecimento explícito devem ser consideradas, como as normas, legislações e manuais sobre o BIM. Além da integração de conhecimento de elementos de projeto que podem ser criados e disponibilizados pelos fornecedores de materiais de construção, que podem criar "*templates*" de seus produtos com elevado nível de informação. Esses "templates" podem ser combinados com os produzidos no nível do SOM para gerar elementos de projeto com elevado nível de informação na fase de elaboração do projeto executivo, incrementando cada vez mais o conjunto de informações disponíveis no OPUS.

No que diz respeito a **internalização** do conhecimento pela transformação de conhecimento explícito em tácito, o OPUS já desempenha, em certa medida, um papel importante, pois transmite para os profissionais das diversas OM do sistema as preferências SOM. Valores e conceitos como robustez das edificações, baixa necessidade de manutenção e alta durabilidade das construções são valores que devem ser embutidos na formulação conceitual dos produtos disponibilizados como modelos e devem ser assimilados pelos profissionais da ponta da linha. Essa uniformidade de formulação conceitual pôde ser verificada, no Capítulo 4, quando se observou o estilo dos edifícios de 12 apartamentos construído no âmbito de diversas OM do sistema.

Dessa forma, o OPUS, que está inserido no contexto do BIM, também pode ser considerado uma importante ferramenta para o incremento da gestão do conhecimento no âmbito do SOM.

Podem ser criadas áreas temáticas fixas ou mesmo ser formados grupos sob demanda de algum projeto novo específico. Grupos de saneamento básico, elétrica, rancho, obras hospitalares. A classificação das demandas por tipos de obras pode favorecer a padronização das instalações tendo em vista que o DOAMEPI do exército é o mesmo uma maior uniformidade na infraestrutura favoreceria a adequação do sistema. A classificação por série histórica de projetos pode orientar sobre as maiores demandas de forma a orientar a seleção de oficiais temporários que já seriam incorporados as fileiras do exército com as qualificações mais necessárias ao sistema, o mesmo raciocínio poderia se utilizado para definição de cursos de pós-graduação e mestrado para os oficiais de carreira.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou aspectos do BIM e da Gestão do conhecimento no âmbito do Sistema de Obras Militares (SOM) do Exército Brasileiro com destaque para o sistema OPUS e para o processo de elaboração de projetos de Obras e de Serviços de Engenharia. Foram considerados fatores que podem favorecer ou dificultar a utilização de projetos de referência para tornar mais eficiente a confecção de projetos.

Pode-se concluir, com base tanto na revisão bibliográfica, quanto nas análises apresentadas no capítulo 5, a existência de uma relação entre os assuntos BIM e Gestão do Conhecimento, que apresentam correspondência como campos do conhecimento e podem se complementar e potencializar. A gestão do conhecimento, como campo mais abrangente pode ser particularizada e aplicada ao processo de implantação do BIM.

Verificou-se que o OPUS é uma importante ferramenta de gestão de informação e que já vem sendo utilizada como ferramenta de gestão do conhecimento. Observou-se que há espaço para uma aplicação mais completa do OPUS como ferramenta de gestão do conhecimento, principalmente dentro do conceito de socialização de Takeuchi, conforme desenvolvido no capítulo 2 e discutido no capítulo 5.

Sugere-se a criação de um comitê gestor de conhecimento no âmbito do SOM, seguindo o preconizado por Melo,2003, conforme apresentado no capítulo 2, com a finalidade de trazer o enfoque desse ramo do conhecimento para a implantação do BIM e para a gestão de projetos.

A análise de uma amostra de dados dos relatórios disponíveis no OPUS feita no capítulo 4 apontou um panorama de grande diversidade de obras e serviços de engenharia realizados no SOM. Verificou-se a busca por padronização e aproveitamento dos trabalhos executados mesmo se considerando uma abrangência nacional e uma significativa distribuição temporal. Verificou-se a disponibilidade de projetos de referência e a existência de banco de projetos aprovados descritos no capítulo 3 e a constatação da relativa padronização de empreendimentos destacada no capítulo 4.

Pode-se concluir também que a utilização dos conceitos de Gestão do Conhecimento e do BIM podem contribuir para a confecção de projetos mais precisos que podem resultar em uma diminuição na quantidade e no valor dos aditivos contratuais, conforme discutido com base nos dados do Capítulo 4 e nos conceitos tratados no Capítulo 5.

Verificou-se que o SOM se encontra com a implantação do BIM em andamento, cumprindo o previsto no Planejamento Estratégico do Exército.

Sugere-se como trabalhos futuros a gestão do conhecimento aplicada ao outro sistema do DEC, o Sistema de Obras de Cooperação, que é coordenado pela Diretoria de Obras de Cooperação e realiza obras mais voltadas para atividades de engenharia pesada em obras de infraestrutura e por administração direta.

Por fim, destaca-se a importância da adequada gestão do conhecimento como instrumento potencializador da eficiência no cumprimento pelo SOM da missão de elaborar os projetos que possibilitam a concretização da estrutura física necessária para que o Exército atinja seus objetivos estratégicos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. 2017. **GUIA 1 – Processo de Projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. – Brasília, DF: ABDI, 2017. Vol. 1; 82 p.

BRASIL. 2020.Site da Diretoria de Obras Militares – OPUS – ESCOPO. Disponível em: http://www.dom.eb.mil.br/opus/#scope ; Acesso em: 01 abr 2020.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm Constituiçao.htm. Acesso em: 01 abr 2020.

BRASIL. Instituto Meira Mattos. Escola de Comando e Estado Maior do Exército. **Manual de Elaboração de Projetos de Pesquisa na ECEME**. Rio de Janeiro: ECEME, 2012.

BRASIL. 2019. Dispõe sobre a **Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling**. Presidência da República. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. DECRETO Nº 9.983, DE 22 DE AGOSTO DE 2019.

BRASIL,1. 2019. Exército. Gabinete do Comandante., “Portaria no 1.968-Gab Cmt EB, 3 de dezembro de 2019. Aprova o **Plano Estratégico do Exército 2020-2023**.,” Bol. do Exército no 51, 20 dezembro 2019, p. 26, 2019.

DOM, Diretoria de Obras Militares. SISTEMA UNIFICADO DO PROCESSO DE OBRAS Construir e Manter a infraestrutura necessária para o Exército Brasileiro alcançar seus objetivos estratégicos. Disponível em http://www.dom.eb.mil.br/opus/ em 18 de agosto de 2020.

JUNIOR, Giuseppe Miceli. **Modelagem de Informação da Construção para Gestão de Projetos de Obras de Infraestrutura de Defesa**. - Rio de Janeiro : Instituto Militar de Engenharia, 2019.

MELO, Luiz Eduardo Vasconcelos de. **Gestão do Conhecimento: Conceitos e Aplicações**. São Paulo: Érica, 2003.

NASCIMENTO, Alexandre Fitzner do. FERREIRA, Edilberto Cabral. PELLANDA, Paulo César. **OPUS: o Sistema de Gestão de Obras do Exército Brasileiro baseado em BIM – Building Information Modeling**. Sugestões para o desenvolvimento urbano 2015 [recurso eletrônico] / Câmara dos Deputados, Comissão de Desenvolvimento Urbano. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015.

NHS National Library for Health. Knowlegde Management Specialist Library. **ABC of Knowledge Management**. NHS National Library for Health, 2005. Disponível em http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/knowledge/docs/ABC_of_KM.pdf em 06 de junho de 2020.

PARANÁ. 2018. **Caderno BIM : coletânea de cadernos orientadores : caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM – Edificações** / coordenação: Lucimara Ferreira de Lima. - Curitiba, PR : Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, 2018.

SENGE, Peter M. **A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende**. 22ª Edição. Editora BestSeller. Rio de Janeiro – RJ. 2006.

VENÂNCIO, Maria João Lima. **Avaliação da Implementação de Bim – Building Information Modeling em Portugal**. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil — Especialização em Construções Civis. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2015.