



Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas

Departamento de Administração

HAMILTON FIGUEIREDO CAMARGO

**A UTILIZAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL POR MEIO DA
METODOLOGIA BIM EM PROJETOS DE ARQUITETURA E
ENGENHARIA DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Brasília - DF

2020

HAMILTON FIGUEIREDO CAMARGO

**A UTILIZAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL POR MEIO DA METODOLOGIA BIM
EM PROJETOS DE ARQUITETURA DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Monografia apresentada ao Departamento de
Administração como requisito parcial à obtenção
do título de Especialista em Gestão de Projetos.

Professor Orientador: Dr. João Carlos Neves de
Paiva

Brasília - DF

2020

HAMILTON FIGUEIREDO CAMARGO

**A UTILIZAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL POR MEIO DA METODOLOGIA BIM
EM PROJETOS DE ARQUITETURA DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão do
Curso de Especialização em Gestão de Projetos do aluno

Hamilton Figueiredo Camargo

Dr. João Carlos Neves de Paiva
Professor-Orientador

Dra. Vanessa Cabral Gomes
Professora-Examinadora

MS Rhoan Carlos Busquim e Silva
Professor-Examinador

Brasília, 30 de setembro de 2020

Dedico este trabalho aos meus amados filhos,
Lucas e Gabriel. Que Deus continue nos
abençoando com saúde e muito amor!

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à Deus, que me ajudou até aqui. Aos meus pais e familiares pelo apoio ao longo da minha vida. Ao Exército Brasileiro e ao Escritório de Projetos do Exército, pela oportunidade de realizar o presente curso. Ao Prof. Dr. João Carlos, meu reconhecimento e gratidão pela disponibilidade e prestimosa orientação na elaboração deste trabalho. Aos demais membros do corpo discente do 2º MBA EPEX/UNB em Gestão de Projetos, pela camaradagem, companheirismo e amizade. Ao corpo docente do MBA em Gestão de Projetos, técnicos-administrativos e demais integrantes da Universidade de Brasília e a todos que, de modo direto ou indireto, contribuíram para o êxito do curso, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar as vantagens da utilização da Realidade Virtual (RV) imersiva por meio da metodologia *Building Information Modeling* (BIM), ferramenta que vem contribuindo significativamente para otimização de projetos de arquitetura e engenharia, destacadamente em obras militares. Dessa forma, o processo de produção da construção passa pela evolução do desenvolvimento do projeto, eliminando falhas, aperfeiçoando a qualidade da construção, com otimização dos recursos e aumento de produtividade, verificando-se, dessa forma, ganhos substanciais em projetos. No sentido de investigar objeto de estudo, foram realizadas pesquisas descritivas, em profundidade, por meio da aplicação de métodos de caráter qualitativo. Dessa forma, procurou-se apresentar as principais contribuições da realidade virtual para o setor da construção civil e analisar as vantagens da integração dessa tecnologia com BIM, segundo a percepção de profissionais da área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) do Exército Brasileiro. Dessa forma, foi possível concluir que a realidade virtual é uma importante ferramenta que desperta interesse por parte dos profissionais que trabalham com a metodologia BIM, e que buscam novas formas de projetar, planejar e gerar resultados almejados pela Força Terrestre.

Palavras-chave: Realidade virtual; *Building Information Modeling* (BIM); Imersão; Projetos, Arquitetura, Construção

ABSTRACT

The present work aims to present the advantages of the use of immersive Virtual Reality (VR) through the Building Information Modeling (BIM) methodology, a tool that has contributed significantly to the optimization of architectural and engineering projects, nodded in military works. Thus, the construction production process involves the evolution of the development of the project, eliminating failures, improving the quality of the construction, with optimization of resources and increased productivity, thus verifying substantial gains in projects. In order to investigate the object of study, descriptive research was carried out in depth through the application of qualitative methods. Thus, we sought to present the main contributions of virtual reality to the construction sector and analyze the advantages of integrating this technology with BIM, according to the perception of professionals in the area of Architecture, Engineering and Construction (AEC) of the Brazilian Army. Thus, it was possible to conclude that virtual reality is an important tool that arouses interest on the part of professionals working with the BIM methodology, and who seek new ways to design, plan and generate results desired by the Earth Force.

Keywords: Virtual reality; Building Information Modeling (BIM); Immersion; Projects, Architecture, Construction

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Organograma do Departamento de Engenharia e Construção (DEC)..... | 3 |
| Figura 2 - Realidade Virtual: (A) imersiva e (B) não imersiva..... | 9 |
| Figura 3 - Oculus Quest | 12 |
| Figura 4 - RV imersiva - Simulação de uma patrulha de reconhecimento..... | 15 |
| Figura 5 - Simulador de Navegação de Salto Livre | 17 |
| Figura 6 - Organizações militares com vinculação técnica ao DEC | 21 |
| Figura 7 - Utilização da RV com a metodologia BIM | 27 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Gerenciamento da integração e o ambiente BIM | 22 |
| Quadro 2 - Principais usos do BIM na fase de projeto, construção e operação | 24 |
| Quadro 3 - Vantagens da utilização da RV com o BIM | 28 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1: Nível de escolaridade dos participantes | 34 |
| Gráfico 2: Área de formação | 35 |
| Gráfico 3: Situação militar | 35 |
| Gráfico 4: Tempo de experiência profissional com o BIM | 36 |
| Gráfico 5: Nível de conhecimento técnico sobre a RV | 37 |
| Gráfico 6: A Importância da utilização da RV imersiva com o BIM no..... | 38 |
| Gráfico 7: Identificação de possíveis problemas que só seriam..... | 38 |
| Gráfico 8: Maior facilidade de comunicação entre as partes interessadas..... | 39 |
| Gráfico 9: O uso da RV com BIM aumenta a aproximação e a interação | 40 |
| Gráfico 10: Utilização da RV imersiva com o BIM no desenvolvimento de outros produtos do EB | 40 |
| Gráfico 11: Verificação da usabilidade dos espaços em um projeto de construção civil | 41 |
| Gráfico 12: Aprovação de um projeto pode se dar mais rapidamente com a utilização da RV com a metodologia BIM..... | 42 |
| Gráfico 13: O Sr(a) concorda que o uso da RV com o BIM pode trazer economia de tempo para o projeto? | 43 |
| Gráfico 14: O(A) Sr(a) concorda que o uso da RV com o BIM pode trazer economia de custos para o projeto? | 43 |
| Gráfico 15: Interesse em utilizar a RV imersiva com o BIM no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia do EB..... | 44 |
| Gráfico 16: Interesse dos participantes em realizar curso sobre RV | 45 |
| Gráfico 17: Um aspecto que poderia retardar a utilização da RV no mundo BIM seria o custo da tecnologia? | 47 |
| Gráfico 18: A aplicabilidade da RV nas salas de aula de engenharia civil | 47 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção
AMAN - Academia Militar das Agulhas Negras
BIM - Building Information Modeling (Modelagem da Informação da Construção)
CAD - Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador)
CE-BIM - Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modeling*
CIAvEx - Centro de Instrução de Aviação do Exército
CIBld - Centro de Instrução de Blindados
CI Pqdt GPB - Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil
CG-BIM - Comitê Gestor da Estratégia BIM BR
COpEsp - Comando de Operações Especiais
COTer - Comando de Operações Terrestres
CRO/5 - Comissão Regional de Obras da 5ª Região Militar
CRO/11 - Comissão Regional de Obras da 11ª Região Militar
DEC - Departamento de Engenharia e Construção
DOM - Diretoria de Obras Militares
DPE - Diretoria de Projetos de Engenharia
EB - Exército Brasileiro
EPEX - Escritório de Projetos do Exército
EUA - Estados Unidos da América
FA - Forças Armadas
MD - Ministério da Defesa
ODS - Órgão de Direção Setorial
OM - Organizações Militares
OPUS - Sistema Unificado do Processo de Obras
OTAN - Organização do Tratado do Atlântico Norte
PMBOK - Project Management Body of Knowledge (Base de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos)
RV - Realidade Virtual
SIMAF - Simuladores de apoio de fogo

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 Contextualização..... | 2 |
| 1.2 Formulação do problema | 4 |
| 1.3 Objetivo Geral | 5 |
| 1.4 Objetivos Específicos..... | 5 |
| 1.5 Justificativa | 5 |
| 2. REVISÃO TEÓRICA | 7 |
| 2.1 Realidade Virtual (RV) | 7 |
| 2.2 Elementos-chave da experiência da Realidade Virtual..... | 8 |
| 2.2.1 Mundo Virtual..... | 8 |
| 2.2.2 Imersão..... | 9 |
| 2.2.3 <i>Feedback</i> Sensorial | 10 |
| 2.2.4 Interação..... | 11 |
| 2.3 Equipamentos de RV imersiva | 11 |
| 2.4 Realidade Virtual e suas aplicações | 12 |
| 2.4.1 A RV na Engenharia Civil, Arquitetura e Indústria da Construção | 14 |
| 2.4.2 A RV imersiva na Indústria Automobilística | 14 |
| 2.4.3 Aplicações na área militar..... | 15 |
| 2.4.4 A realidade virtual no Exército Brasileiro | 16 |
| 2.5 <i>Building Information Modeling</i> (BIM) | 18 |
| 2.5.1 Tecnologia BIM no Brasil..... | 20 |
| 2.5.2 O BIM no Exército Brasileiro..... | 20 |
| 2.5.3 O BIM e o Gerenciamento de Projetos | 21 |
| 2.6 BIM e a RV Imersiva | 25 |
| 2.6.1 Vantagens da utilização da RV imersiva com o BIM | 28 |
| 3. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA | 30 |
| 3.1 Tipologia e descrição geral dos métodos de pesquisa..... | 30 |
| 3.2 Caracterização das organizações objeto do estudo..... | 31 |
| 3.3 Participantes da pesquisa | 31 |
| 3.4 Caracterização e descrição dos instrumentos de pesquisa | 31 |
| 3.5 Procedimentos de coleta e de análise de dados..... | 32 |

| | |
|---|----|
| 4. RESULTADO E DISCUSSÃO | 34 |
| 4.1 Análise do perfil dos participantes da pesquisa | 34 |
| 4.2 Análise sobre a utilização da RV imersiva com o BIM | 37 |
| 5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO | 49 |
| 5.1 Conclusão | 49 |
| 5.2 Recomendação para futuras pesquisas | 50 |
| Apêndice A - Questionário da pesquisa de campo..... | 57 |

1. INTRODUÇÃO

O ambiente digital vem proporcionando um rápido e significativo desenvolvimento de inovações tecnológicas, com ampla repercussão nas organizações e na sociedade como um todo. Nesse contexto, emerge um ambiente estimulante para a geração e aprimoramento de tecnologias úteis à sociedade, como é o caso da gestão de projetos, mais especificamente em áreas como arquitetura, engenharia e construções civis e militares.

O processo de desenvolvimento de projetos traz consigo, além de novas tecnologias, mudanças culturais, sociais e gerenciais condizentes com as características das novas formas de se projetar, planejar e gerar os resultados almejados pelas organizações e seus usuários. Nesse contexto, a Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia de interface capaz de manipular, tecnicamente, os sentidos de um usuário por meio de um ambiente virtual, criado a partir de um sistema computacional.

Dessa forma, vem despertando e aportando elevado interesse para o setor da construção civil, pois é uma tecnologia que propicia uma melhor comunicação entre os participantes do setor da construção, principalmente pela maior e mais precisa visualização do projeto. Além disso, a RV contribui para uma compreensão do projeto com maior agilidade, redução de custos e precisão superior.

As técnicas de RV estão se difundindo também na indústria da construção, juntamente à implementação da metodologia *Building Information Modeling* (BIM), que tem facilitado a colaboração e a integração de diferentes profissionais no desenvolvimento do projeto. Além disso, a RV facilita analisar e explorar modelos BIM em ambientes virtuais.

No panorama de gestão de obras do Exército Brasileiro (EB), o BIM é responsável por apresentar, em forma eletrônica, detalhada e em tempo real, todo o ciclo de vida de uma construção, da arquitetura à execução final, envolvendo gerenciamento, processos construtivos, fases de trabalho e suas quantificações, orçamento e custo da obra com alta precisão, além de verificação de práticas de sustentabilidade. Com o uso do BIM os projetos tornam-se mais detalhados, evitando problemas em obras

decorrentes de erros projetuais, minimizando o número de revisões necessárias e as solicitações de aditivos em obras.

A partir do exposto, a proposição deste estudo acadêmico é apresentar as vantagens da utilização da realidade virtual imersiva por meio da metodologia BIM em projetos de arquitetura e engenharia pelo EB.

1.1 Contextualização

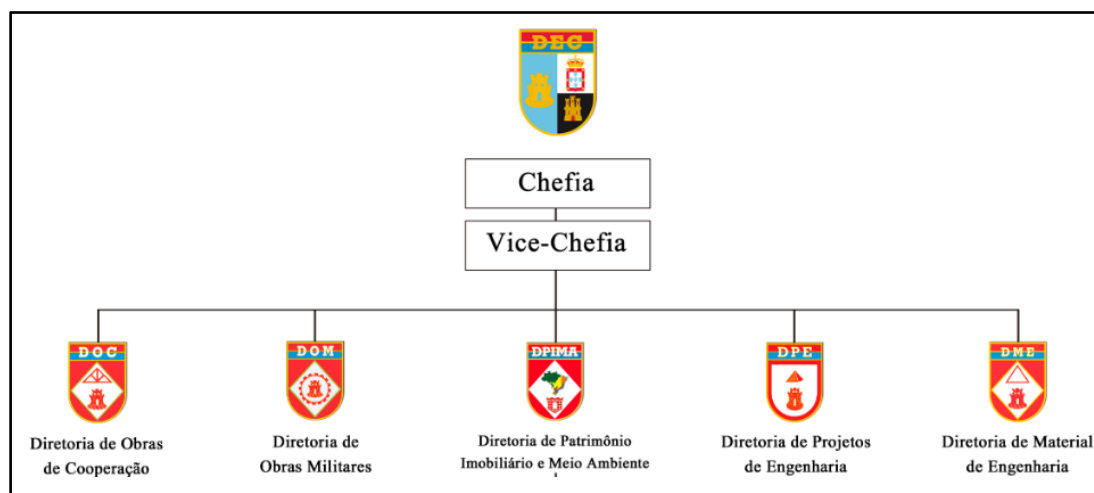
O Governo Federal, por meio do Decreto nº. 10.306, de 02/04/2020, estabeleceu a utilização do BIM na execução, direta ou indireta, de obras e serviços de engenharia realizadas pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. O BIM será implementado em âmbito nacional, de forma gradual, cuja fase inicial está prevista para 2021, e o EB, por meio do Ministério da Defesa (MD) é um dos entes vinculados às ações de disseminação do BIM previstas no referido Decreto.

A responsabilidade pela implementação de ações de arquitetura e engenharia na Força Terrestre é do Departamento de Engenharia e Construção (DEC), que possui em sua estrutura organizacional a Diretoria de Projetos de Engenharia (DPE), responsável pela fiscalização e elaboração de projetos de arquitetura e engenharia.

As organizações vinculadas tecnicamente ao DEC, como a Diretoria de Obras Militares (DOM), Comissão Regional de Obras da 11ª Região Militar (CRO/11), Comissão Regional de Obras da 5ª Região Militar (CRO/5) e a DPE realizam adotam medidas visando utilizar a metodologia BIM na atividade de elaboração de projetos militares.

Na página seguinte a Figura 1, apresenta o organograma do Departamento de Engenharia e Construção (DEC) e as organizações militares a ele relacionadas:

Figura 1 - Organograma do Departamento de Engenharia e Construção (DEC)



Fonte: <http://www.dec.eb.mil.br/index.php/en/estrutura-organizacional>

A CRO/11 e a CRO/5 demonstraram a viabilidade dos produtos gerados com o uso da nova metodologia, transformando os seus projetos em obras, como o Forte Santa Bárbara, localizado em Formosa (GO), o Pavilhão Esquadrão de Comando e Apoio, em Rio Negro (PR) e Centro de Operações da 5ª Divisão de Exército, no Centro de Comando e Controle Fixo, em Foz do Iguaçu (PR).

A DPE, a fim de proporcionar praticidade à nova metodologia, elaborou um plano de implementação do BIM, sendo consolidado com a entrega do projeto de arquitetura e engenharia da edificação da nova sede do Comando de Operações Terrestres (COTer). Essa obra é uma das tarefas previstas no Programa Estratégico PROTEGER, que faz parte do Portfólio Estratégico do Exército.

Atualmente, alguns integrantes do DEC estão designados como membros do Comitê Gestor da Estratégia BIM BR (CG-BIM), no âmbito MD/EB (Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019). O CG-BIM é o órgão deliberativo destinado a implementar a Estratégia BIM BR e gerenciar suas ações. O CG-BIM estabeleceu nove objetivos estratégicos para disseminação do BIM, dentre eles, estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM.

A realidade virtual (RV) vem ganhando espaço à medida que as tecnologias evoluem. Em vários casos, ela vem alterando significativamente a forma de interação das pessoas com sistemas complexos, propiciando maior desempenho e reduzindo custos. Neste mesmo contexto, Dinis (2016, p. 46), afirma que:

Como tecnologia catalisadora de novos métodos de trabalho, a RV não se encontra circunscrita a um número limitado de aplicações. A oferta de sensores, *software* e capacidade dos equipamentos atuais é suficiente para afirmar que a RV se poderia aplicar “a todo o tipo de objetivo”. Quer isto dizer que a RV não se encontra prescrita para determinado uso numa única área do conhecimento. De modo evidente, a razoabilidade dessa mesma aplicação terá que ser sempre avaliada, no entanto recai sobre a imaginação o potencial que a RV poderá exercer sobre novas metodologias e renovação de processos de trabalho. (DINIS, 2016 p. 46)

Isso posto, passa-se à etapa de formulação do problema.

1.2 Formulação do problema

O Exército Brasileiro, há mais de uma década, vem se adequando à utilização do BIM no processo de projetos militares. Nesse escopo, o DEC, por meio de medidas de adequação de estrutura organizacional e processos internos, intenta alcançar um novo patamar de implantação da metodologia BIM no âmbito do EB e agregar capacidades capazes de contribuir com o desenvolvimento nacional. A adoção do BIM também ocorre no âmbito regional do EB, visando melhorias na gestão de projetos e obras. Sua atuação é dividida em Organizações Militares (OM) responsáveis por atuar em regiões distintas do Brasil.

O BIM tem facilitado a colaboração e a integração de diferentes profissionais no desenvolvimento do projeto. Ao mesmo tempo, novas técnicas de visualização e representação vêm facilitando a comunicação com os principais participantes do setor da construção. Dessa forma, imagens com maior amplitude e precisão visual contribuem para aprimorar a sua compreensão e avaliação por meio de técnicas como as de RV. Dessa forma, oferece uma oportunidade para analisar e explorar modelos BIM em ambientes virtuais, principalmente nos imersivos, em que o usuário transita pelos espaços proporcionados pelo projeto, podendo interagir, dialogar e alterar alguns dos seus parâmetros.

Nesse contexto, a fim de acompanhar a evolução da forma de projetar, torna-se importante o estudo de implementação de novas tecnologias como forma de aprimorar processos e atingir resultados mais precisos. Desse modo, o presente trabalho tem propósito responder a seguinte pergunta de pesquisa:

“Quais são as vantagens da utilização da Realidade Virtual (RV) imersiva com a metodologia *Building Information Modeling* (BIM), segundo a percepção de profissionais da construção civil do Exército Brasileiro (EB)?”

1.3 Objetivo Geral

A partir do modelo BIM, utilizado em projetos de obras militares por algumas Organizações Militares (OM) do Exército Brasileiro (EB), o objetivo geral de pesquisa é:

“Identificar vantagens da utilização da RV imersiva com a metodologia BIM, segundo a percepção de profissionais da construção civil do EB”.

1.4 Objetivos Específicos

- a) Apresentar os conceitos de Realidade Virtual de acordo com estudiosos da área, assim como aplicabilidades, especificidades, vantagens e desvantagens;
- b) Identificar as vantagens da utilização da Realidade Virtual imersiva com a metodologia BIM no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia; e
- c) Verificar a percepção dos profissionais das áreas da AEC, referente a utilização da Realidade Virtual imersiva com a metodologia BIM.

1.5 Justificativa

A seleção deste tema decorre de indicação do Escritório de Projetos do Exército (EPEX)¹, para a elaboração de estudo sobre a utilização de realidade virtual no desenvolvimento de novas soluções no âmbito do EB.

¹ Organização Militar do Exército Brasileiro que atua como órgão de coordenação executiva do Estado Maior do Exército (EME) para fins de governança do Portfólio Estratégico do Exército, constituindo-se no escritório de projetos de mais alto nível da Força Terrestre.

Atualmente, o EB utiliza a realidade virtual somente em simuladores de adestramento e simulação virtual, modalidades nas quais são envolvidos agentes reais, operando sistemas simulados, ou gerados em computador. Por exemplo, a simulação virtual substitui sistemas de armas, veículos, aeronaves e outros equipamentos cujas operações exijam elevados graus de adestramento, ou que envolva riscos e/ou custos elevados para operá-los.

Uma provável utilização da realidade virtual no desenvolvimento de produtos no EB, seria a utilização da RV com a metodologia BIM em projetos de arquitetura e engenharia de obras militares. Segundo Silva (2019), em todos os Programas Estratégicos do Exército Brasileiro há necessidade de projetos de arquitetura e engenharia para o desencadeamento positivo de alguma parte do Programa.

Diante deste cenário, torna-se importante realizar estudos que possam auxiliar a incorporação de novas tecnologias no desenvolvimento de produtos, acompanhando o que vem sendo planejado no EPEX.

A seguir será apresentado o capítulo referente à revisão teórica.

2. REVISÃO TEÓRICA

Este capítulo busca embasar teoricamente o presente trabalho com o material identificado na literatura sobre a utilização da realidade virtual com a metodologia BIM em projetos de arquitetura e engenharia.

2.1 Realidade Virtual (RV)

A expressão Realidade Virtual (RV) foi criada com o propósito de diferenciar as simulações tradicionais feitas por meio de computadores que envolviam múltiplos usuários em um ambiente compartilhado (Araújo, 1996). Segundo Fialho (2018), a expressão Realidade Virtual e a sua expansão nos mercados consumidores surgiu em 1980, por meio de Jaron Lanier que iniciou a produção de simuladores de RV.

Atualmente, há várias definições para o termo Realidade Virtual. Para Santos (2018), de um modo geral, essas definições fazem referência a umas experiências interativas e imersivas, baseadas em imagens gráficas tridimensionais (3D) geradas por um computador em tempo real. Kirner (2007, p. 7), define a RV como uma “interface avançada do usuário” para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador. Esse autor explica que o sentido da visão costuma ser preponderante em aplicações de realidade virtual, mas os outros sentidos, como tato e audição, também podem ser usados para enriquecer a experiência do usuário.

Já Hancock (1995), define a RV como a forma mais avançada de interface entre o usuário e o computador até agora disponível. Para Santos (2018), essa tecnologia consiste em uma interface disponível em um ambiente virtual que simula efeitos sonoros, visuais e táteis para fazer o usuário acreditar que as interações ocorrem no mundo real. Com todos esses estímulos, há uma imersão total nesse meio simulado.

Segundo Pimentel (1995), a RV pode ser definida como o uso da tecnologia para convencer o utilizador que ele está em outra realidade, enquanto para Sherman e Craig (2018, p. 13) “é um meio composto por simulações de computador interativas

que detectam a posição e as ações do participante e substituem ou aumentam o *feedback* de um ou mais sentidos”, criando uma sensação de estar imerso mental ou presentemente na simulação, ou seja, em um mundo virtual.

2.2 Elementos-chave da experiência da Realidade Virtual

Segundo Sherman e Craig (2018, p. 6), os elementos-chave na experiência em realidade virtual, ou qualquer realidade a esse respeito, são “um mundo virtual, imersão, *feedback* sensorial respondendo a opinião do usuário e, finalmente, interação”.

2.2.1 Mundo Virtual

O termo “mundo virtual” é usado para denotar o mundo digital criado a partir de técnicas de computação gráfica”, de acordo com Vince (1995). Segundo esse autor, quando se é possível interagir e explorar esse mundo por meio de dispositivos de entrada e de saída, ele se transforma em um ambiente virtual ou ambiente de RV. Para Grilo (2001, p. 4), “um dos objetivos da Realidade Virtual consiste em proporcionar ambientes, conhecidos como ambientes virtuais ou mundos virtuais, nos quais os usuários podem interagir com objetos ou indivíduos”. Segundo o autor o ambiente virtual é caracterizado pela interação do usuário com o ambiente projetado.

Já Sherman e Craig (2018, p. 6), possuem uma visão diferente do que é o mundo virtual. De acordo com estes autores, um mundo virtual é o conteúdo de um determinado meio. Pode existir apenas na mente de seu autor ou ser transmitido de forma que possa ser compartilhado com outras pessoas. Um mundo virtual pode existir sem ser exibido em um sistema de realidade virtual, ou seja, uma coleção integrada de *hardware*, *software* e conteúdo reunidos para produzir experiências de realidade virtual. Esses autores reportam a semelhança com os roteiros de peças teatrais ou filmes, independentemente de instâncias específicas de seu desempenho, descrevendo roteiros de mundos virtuais.

Sherman e Craig (2018) prosseguem com a analogia, afirmando que é possível referir-se ao roteiro de uma peça como uma mera descrição dela própria. Porém, quando essa descrição é trazida à vida por meio de atores, o palco e a música, experimenta-se o mundo virtual da peça. Da mesma forma, um mundo virtual baseado em computadores é a descrição de objetos de uma simulação. Quando se observa esse mundo através de um sistema que apresenta esses objetos e interações em uma apresentação interativa e fisicamente imersiva, experimenta-se a realidade virtual.

Segundo Santos (2018), a finalidade do mundo virtual é simular o real e, principalmente, envolver o usuário de maneira imersiva. Dessa forma, produz sensações que são sentidas como se fossem reais.

2.2.2 Imersão

Segundo Tori e Kirner (2006, p. 8), “a RV pode ser classificada em função do senso de presença do usuário, como imersiva ou não imersiva”. Para esses autores, a RV é considerada imersiva quando, por meio da utilização de dispositivos multissensoriais (capacete, óculos, luvas, dentre outros), o usuário estiver sendo predominantemente transportado para o domínio da aplicação, obtendo a sensação de presença dentro do mundo virtual. Já na não imersiva, quando exposta por meio de uma janela (monitor ou projeção), o usuário é parcialmente transportado para o mundo virtual, mas continua a sentir-se predominantemente no mundo real (Figura 2).

Figura 2 - Realidade Virtual: (A) imersiva e (B) não imersiva



Fontes: <https://geek360.com.br/melhores-oculos-de-realidade-virtual/>
<http://blog.avell.com.br/notebook-para-autocad-e-revit/>

Sherman e Craig (2018, p. 9), por sua vez, afirmam que o efeito de entrar no mundo virtual começa com a imersão física, e não com a mental. Segundo esses autores, o termo imersão pode ser interpretado de duas maneiras: (a) imersão mental e (b) imersão física ou sensorial. Relatam esses autores que, na maioria dos meios de comunicação, há divergências de opiniões, sobre o “estar imerso”: geralmente se refere a um estado emocional ou mental, um sentimento de estar envolvido na experiência. Também se refere à imersão física, como propriedade de um sistema de RV que substitui ou aumenta o estímulo para os sentidos do participante.

Faas *et. al* (2014), relata que algumas pessoas vivenciam outros tipos de imersão ao terem envolvimento com outras mídias, como filmes, livros e vídeo games, pois se imaginam como parte do meio ambiente ou se identificam com o personagem. Já utilizando a imersão, essas pessoas, se sentem como se estivessem no lugar do personagem, sentindo as experiências dos mesmos.

2.2.3 Feedback Sensorial

Para Sherman e Craig (2018, p.10), “a RV permite que os participantes selecionem seu ponto de vista, posicionando o seu corpo e afetando eventos no mundo virtual, diferentemente da mídia tradicional”. Esses recursos ajudam a tornar a realidade mais atraente do que uma experiência de mídia sem essas opções. Ainda, segundo esses autores, a realidade virtual é o meio pelo qual pode-se experimentar uma realidade imaginada por meio dos sentidos físicos, isto é, usa-se menos a imaginação durante a experiência e confia-se mais na imaginação do criador do conteúdo. Portanto, a RV é um meio que permite uma experiência simulada, aproximada da realidade física. Além disso, a RV permite reduzir, propositalmente, o perigo da realidade física e criar cenários impossíveis no mundo real, de acordo com Sherman e Craig (2018).

Ainda, segundo Sherman e Craig (2018, p. 10), “o feedback sensorial é um ingrediente essencial para a realidade virtual”. O sistema RV fornece *feedback* sensorial direto aos participantes com base em sua posição física. Na maioria dos casos, é o sentido visual que recebe *feedback*, embora existam ambientes de realidade virtual que exibem exclusivamente interface tátil. Para se obter *feedback* interativo imediato

requer-se o uso de um computador de alta velocidade como um dispositivo de mediação.

2.2.4 Interação

De acordo com Rodrigues e Porto (2013, p. 101) “a interação está associada à capacidade do computador em detectar as entradas do usuário e modificar, em tempo real, o mundo virtual e as ações sobre ele”. Já, para Sherman e Craig (2018), para que a realidade virtual pareça ser autêntica, ela deve responder às ações do usuário, ser interativa. Portanto, a interatividade é um componente necessário para a definição completa da realidade virtual.

2.3 Equipamentos de RV imersiva

De acordo com Rodrigues e Porto (2013), as tecnologias de saída e entrada de dados combinadas à RV, são fundamentais para estimular os sentidos do usuário e capturar com fidelidade os seus movimentos para que se sinta imerso e possa interagir com o ambiente virtual. Segundo essas autoras, para que o usuário interaja com o mundo virtual, faz-se necessário o seu isolamento do mundo real, através do uso de dispositivo, isolando os sentidos, principalmente a visão. Os dispositivos visuais e a qualidade das imagens geradas nestes dispositivos contribuem fortemente para aumentar o nível de percepção e de imersão. Assim como os dispositivos visuais, o dispositivo de som 3D também proporciona uma sensação de imersão. Quando utilizado um sistema de som 3D perfeito, não é possível diferenciar a simulação da realidade (RODRIGUES; PORTO, 2013).

Neste mesmo contexto, Grilo (2001, p. 2) afirma que:

A RV imersiva proporciona uma maior amplitude de aplicações. Utilizando capacetes de realidade virtual (*Head Mounted Displays*), luvas (*data gloves*), BOOM (*Binocular omni-orientation monitor*) ou CAVes (*Cave Automated Virtual Environment*), dentre outros equipamentos de imersão, tem-se uma integração do usuário com o ambiente virtual, criando aplicações cuja intensidade sensorial possibilita uma experimentação total do ambiente virtual.

Segundo O'Neill (2014), para imergir totalmente o usuário em um ambiente de realidade virtual, utiliza normalmente um fone de ouvido com câmeras embutidas, permitindo que o usuário ande pelo ambiente e possa interagir com seus elementos em tempo real. O autor cita como exemplo de equipamento de imersão o Oculus VR, adquirido em 2014 pelo *Facebook* por US \$ 2 bilhões.

Em 2019 o *Facebook* lançou o Oculus Quest que funciona sem a utilização de cabos permitindo movimento livre e não requer computador para funcionar. O equipamento vem acompanhado com dois controles, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Oculus Quest



Fonte: <https://www.oculus.com/quest-2/>

Referente a utilização da realidade virtual com a metodologia BIM, Bignoto (2019, p. 34), afirma que:

Pode-se fazer a experiência de imersão em um modelo BIM localmente, através de *plug-ins* que são instalados nas plataformas que permitem a visualização em realidade virtual do modelo, em um ponto de vista externo ou através de um comando enviado pelo controlador, é possível se teletransportar para dentro do modelo, de forma que a escala fique 1:1. (BIGNOTO, 2019 p. 34)

2.4 Realidade Virtual e suas aplicações

Segundo Netto (2002, p. 23), “a todo momento surgem novas aplicações da RV nas mais variadas áreas do conhecimento e de maneira bastante diversificada, em função da demanda e da capacidade criativa do homem”. Em muitos casos, a RV vem revolucionando a forma de interação das pessoas com sistemas complexos. Dessa

forma, a realidade virtual pode ser aplicada em diversas áreas da manufatura, como planejamento de fábricas, simulação da produção, auxílio na divulgação de produtos, treinamento de funcionários e validação de protótipos.

Na opinião de Earnshaw (2014), uma das razões pelas quais a RV tem atraído tanto interesse é que o sistema oferece benefícios para diferentes áreas de aplicações. Esse autor cita algumas aplicações, como: operações em perigo ou ambientes remotos, visualização científica, visualização arquitetônica, *design*, educação e treinamento, trabalho cooperativo apoiado por computador, exploração espacial, entretenimento.

Para Dinis (2016, p. 46), “a RV é uma tecnologia catalisadora de novos métodos de trabalho e não se encontra circunscrita a um número limitado de aplicações”. Esse autor afirma que, com a oferta de sensores, *software* e capacidade dos equipamentos atuais, a RV pode ser aplicada a todo o tipo de objetivo, não sendo prescrita para uma única área do conhecimento.

Netto (2002, p. 4), ressalta que “muitas empresas têm utilizado a RV como uma forma mais eficaz de vender produtos, validar protótipos e treinar os funcionários e, no caso de instituições educacionais, ensinar os alunos”. Esse autor também afirma que, atualmente, a tecnologia de RV oferece uma opção financeira acessível para a solução de diversos problemas, ao alcance das empresas e instituições.

Para Penteado (1995), a realidade virtual possui um vasto campo de utilização, cenários e eventos com recursos visuais que já fazem parte do presente. Dessa forma, um arquiteto pode elaborar seus próprios ambientes virtuais usando apenas microcomputadores e programas de desenvolvimento de ambientes virtuais. Por exemplo, na elaboração do projeto de um escritório é possível a visualização do ambiente sob diversos ângulos, permitindo que o usuário circule entre móveis e veja detalhes da construção antes mesmo de a primeira parede ser levantada.

Diante dos avanços tecnológicos e da grande quantidade de pesquisas sobre a RV, Castro (2004, p. 8), afirma que esta tecnologia “está pronta para ser usada como ferramenta em quase todas as áreas do conhecimento humano”. Segundo ele, as áreas de arquitetura, militar, medicina, educação, engenharia e entretenimento, são as mais utilizadas.

2.4.1 A RV na Engenharia Civil, Arquitetura e Indústria da Construção

Segundo Alves (2015, p. 115) “no âmbito da arquitetura, a realidade virtual constitui como uma ferramenta que permite estudar e avaliar qualquer tipo de projeto, desde a escala de um pequeno edifício à de uma cidade, sendo possível navegar à escala natural”. Segundo Tori e Kirner (2006, p. 20) “esta área utiliza-se intensamente de CAD e pode ser completada com a realidade virtual para projeto de artefatos, planejamento de obras, inspeção tridimensional em tempo real, decoração de ambientes, avaliação acústica, dentre outros”.

Para Correia (2018), há um ressurgimento do interesse pela RV, o que demonstra um relevante potencial no processo de projetos de arquitetura. Segundo esse autor, a RV existe há décadas, mas nunca conseguiu ter grande impacto na arquitetura por razões de carácter econômico, devido à necessidade de investimentos elevados em equipamentos específicos.

2.4.2 A RV imersiva na Indústria Automobilística

De acordo com a Volkswagen (2020), suas fábricas no Brasil, utilizam a realidade virtual em seus projetos. A empresa relata as suas experiências da utilização da RV em seus laboratórios. No laboratório de Protótipo Virtual, “quem veste os óculos de realidade virtual pode visualizar protótipos virtuais de veículos que serão lançados no futuro. Tudo em tamanho real”, já no Laboratório de Realidade Virtual, “os profissionais realizam atividades em ambiente virtual para verificar segurança (crash-test), acústica, aerodinâmica, durabilidade, entre outros itens”. A Volkswagen, destaca ainda a importância da RV na comunicação entre as partes interessadas, afirmando que, “é possível que profissionais de outras fábricas, ou até mesmo de outros países, havendo recurso necessário, participem de reuniões em realidade virtual, interagindo em uma sala imaginária”.

2.4.3 Aplicações na área militar

Segundo Bowman (2007), uma das primeiras aplicações da RV imersiva foi por meio de treinamentos militares. Acrescenta esse autor que, por meio da imersão, os militares podem treinar táticas de combate urbano movimentando-se em uma cidade virtual, com a presença de tropas amigas e inimigas geradas por computador.

A adoção do treinamento de RV em sala de aula é um sucesso, pois oferece um elevado nível de realismo ao usuário, assim como maior flexibilidade e custo reduzido em comparação com os exercícios realizados no mundo real, em cenários como o apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Realidade Virtual imersiva - Simulação de uma patrulha de reconhecimento



Fonte: <https://breakingdefense.com/2018/09/virtual-training-will-save-real-army-lives-close-combat-task-force/>

Freedberg, Jr. (2018), editor adjunto da *Breaking Defense*², destaca em seu artigo a importância dada à realidade virtual pelo exército dos EUA, ao utilizar esta tecnologia como sistema de treinamento. Abaixo, trecho de entrevista em que o autor relata a entrevista realizada por ele com um militar americano no Pentágono:

“De todas as tecnologias e táticas que o secretário de defesa analisou, perguntei a um sargento endurecido pela batalha, aqui, esta manhã, qual é a única coisa que você pessoalmente acha que tem o maior potencial para

² Revista digital estadunidense sobre estratégia, política e tecnologia de defesa.

salvar vidas? Sua resposta não foi uma arma maior ou um novo drone. Em vez disso, o sargento Major Jason Wilson disse, sem um segundo de hesitação: "o ambiente de treinamento é sintético". Essa é uma nova combinação de realidade virtual e dados do mundo real que pode revolucionar o treinamento para uma arte antiga - o que Wilson chamou de "violência extrema na linha de visão do inimigo". (FREEDBERG, 2018)".

O Relatório Técnico nº 18 da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) expõe que a tecnologia de realidade virtual é de grande interesse para os militares. Segundo essa organização, o domínio de aplicativo de RV para treinamento é o mais importante, pois pode reduzir o custo, o risco de vítimas e melhorar a flexibilidade e monitoramento de desempenho. Também, são identificadas oportunidades nos domínios do planejamento e ensaio de missão, operação com suporte de simulação, sistemas operados remotamente e design de produto.

Segundo a OTAN (2003, p. 147), as aplicações de RV no ambiente militar tornaram-se mais numerosas e são utilizadas nas Forças Armadas (FA) como um todo, tanto nos projetos de sistemas de armas, avaliação e treinamento, como na preparação e execução de missões. A OTAN afirma que está em vigor nos Estados Unidos da América (EUA) uma política de desenvolvimento de novos sistemas de combate, para o uso de ambientes virtuais, para projetar, testar e avaliar os futuros sistemas e protótipos virtuais. Ainda, segundo essa organização, a indústria usa cada vez mais as ferramentas de RV para projetar seus produtos, especialmente os relacionados à indústria automotiva, que pode modificar, em tempo real, a forma de um carro, levando em consideração as observações feitas por engenheiros.

2.4.4 A realidade virtual no Exército Brasileiro

A realidade virtual no EB é utilizada em simuladores de adestramento e simulação virtual, em que são envolvidos agentes reais, operando sistemas simulados, ou gerados em computador. Segundo Malícia (2015), nos últimos anos o EB vem implementando simuladores e sistemas de comando e controle para criar ambientes mais próximos da realidade das técnicas de combate.

Segundo Neto (2011), a capacitação do militar brasileiro para desempenhar as funções tradicionais, nas diversas áreas, tem exigido a utilização de variados simuladores: de carros de combate, de apoio de fogo, de tiro com armamento

individual e coletivo, de robótica, de eletrônica, de novos armamentos e equipamentos com tecnologias cada vez mais sofisticadas. Atualmente, o Exército utiliza alguns simuladores de realidade virtual para adestramento de seus profissionais, com intuito de uma maior perfeição técnica na execução de suas funções, são eles:

- a) Sistema de simulação de tiro NOPTEL, para treinamento de tiro dos cadetes, na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN);
- b) Simulação virtual no treinamento de blindados, no Centro de Instrução de Blindados (CIBId) e nos Regimentos de Carros de Combate;
- c) Simuladores de apoio de fogo (SIMAF), utilizados pela artilharia para treinamento, no Centro de Instrução de Blindados e nas escolas de formação;
- d) Simuladores de voo, para adestramento dos pilotos de helicóptero, no Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAvEx); e
- e) Simulador de navegação de salto livre, utilizado no treinamento de paraquedistas militares, no Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil (CI Pqdt GPB) e Comando de Operações Especiais (COpEsp);

Este último, utiliza óculos 3D, proporcionando ao usuário uma realidade virtual imersiva (Figura 5):

Figura 5 - Simulador de Navegação de Salto Livre



Fonte: Malícia (2015)

2.5 *Building Information Modeling (BIM)*

Para Eastman (2014, p. 1), o *Building Information Modeling (BIM)* “é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC)”. Segundo esse autor, com a utilização do BIM pode-se construir, de forma digital, um modelo virtual preciso, a exemplo de uma edificação. O modelo gerado no computador, após concluído, conterá a geometria exata e dados relevantes para apoiar o projeto, aquisição, fabricação e insumos necessários para a realização da construção.

Baia (2015, p. 29), afirma que “muitos acreditam que BIM é um *software*, mas isso não é correto”. A autora conclui que BIM quer dizer Modelagem da Informação da Construção de um edifício e que existem cerca de 150 *softwares* que trabalham com o BIM, cada um com características e capacidades distintas.

Segundo Azhar (2012, p. 17), o BIM é um processo virtual, onde um único modelo, abrange todos os aspectos, disciplinas e sistemas de uma instalação, permitindo que todos os usuários (proprietários, arquitetos, engenheiros, empreiteiros e fornecedores) colaborem com mais precisão e eficiência do que os processos tradicionais.

De acordo com Eastman (2014, p.1), o BIM possui funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação, proporcionando a base para novas capacidades da construção e modificações nos papéis e relacionamentos da equipe envolvida no empreendimento. O BIM proporciona um processo de projeto e construção mais integrado, resultando em construções de melhor qualidade com custos e prazos de execução reduzidos.

De acordo com Costa (2011), o BIM pode ser definido como uma base de dados digital, que contém as características físicas e funcionais de um edifício ou construção, onde esses dados de conhecimento podem ser compartilhados ao longo do ciclo de vida das edificações. Na metodologia BIM, a geometria, função, dados e respectivos comportamento estão integrados, permitindo estabelecer relações entre eles.

Além disso, possui funções que permitem a representação e simulação do comportamento real da construção (energético, estrutural, acústico, sustentável, dentre outras aplicações), a quantificação de materiais e a determinação de custos

associados ao projeto e respectiva execução, a identificação de erros e omissões, a automatização da produção de documentação incluindo a introdução de alterações, facilitando em simultâneo a comunicação e coordenação, com isso, permitindo um elevado desenvolvimento de produtividade.

O BIM também é considerado um processo de produção, comunicação, colaboração apoiado em tecnologia de modelagem, análise e simulação, que se alimenta de *software* e *hardware*, mas “respira” organização, planejamento, colaboração e desenvolvimento de recursos humanos.

O modelo gerado em uma plataforma BIM é uma representação virtual da construção que se pretende executar no mundo real. É como se fosse um banco de dados que contém a geometria, as relações e os atributos. O acesso aos dados possibilita a tomada de decisões complexas desde o início do projeto, permitindo quantificar, planejar, coordenar, verificar interferências, testar diferentes opções de projeto e analisar a construção com muito mais controle (OLIVEIRA, 2018).

Conforme Azhar (2012, p. 25), “o BIM mudou a forma como os edifícios são projetados, construídos e operados”. Segundo esse autor, a utilização do BIM resulta em algumas vantagens como maior lucratividade, redução de custos, melhor gerenciamento do tempo, assim como um relacionamento superior com os clientes. O BIM também incentiva a integração das funções de todas as partes interessadas de um projeto.

Outro aspecto abordado por Azhar (2012) é que o BIM continuará a se expandir no mercado da construção civil, podendo ser utilizado para o avanço de outras tecnologias como *smartphones* e *tablets*, que os usuários possam utilizar para desenvolver modelos BIM de maneira instantânea para comunicações e tomada de decisões. Ademais, o modelo poderá ser acessado rapidamente pelas partes interessadas do projeto, praticamente em qualquer lugar, com o uso da tecnologia em nuvem. Os proprietários e gerentes de projetos também poderão operar os seus edifícios com mais eficiência, com a utilização de tecnologias de realidade virtual e aumentada (AZHAR, 2012).

2.5.1 Tecnologia BIM no Brasil

Segundo Gonçalves, Jr. (2018), no Brasil, a adoção do BIM segue a tendência de outros países como Reino Unido, Holanda, Dinamarca, Finlândia, Noruega e Estados Unidos da América, que exigem o uso do BIM em projetos custeados pelo Governo. O Decreto de 05/06/2017, do Governo Federal brasileiro Brasil criou o Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modeling* (CE-BIM), com a finalidade de propor uma estratégia nacional para disseminação do BIM.

Gonçalves, Jr. (2018), complementa que, na esfera privada, as empresas envolvidas no ciclo da construção civil, como escritórios de projetos e construtoras, já consideram o BIM uma significativa oportunidade de diferenciação no mercado. Isso que gera maior assertividade em prazos, cronogramas, redução de custos e desperdícios de materiais, além de agregar qualidade à mão de obra no produto. Complementando, Oliveira (2018) afirma que o cenário é favorável para o crescimento acelerado do BIM no Brasil, devido à necessidade de diversas obras de infraestrutura e construção a fim de melhorar a produtividade de entrega e concomitante redução de custos.

2.5.2 O BIM no Exército Brasileiro

De acordo com Thuler (2019), o Exército Brasileiro, também adotou o BIM em seu gerenciamento de projetos, por meio do Sistema Unificado do Processo de Obras (OPUS). Esse autor exemplifica que o Decreto nº 9.377/2018, da Presidência da República do Brasil, que instituiu a estratégia nacional de disseminação e investimento do BIM no país, prevê a exigência do uso da tecnologia em obras federais já em 2021.

Segundo Carezzato (2017, p. 133), “o EB, na busca da integração com a modelagem da informação da construção, vem desenvolvendo importantes sistemas de acompanhamento e gestão dos processos”. Conforme esse autor, o processo de adoção do BIM, também ocorre no âmbito regional da Força, visando a melhoria na gestão de projetos e obras, com o apoio das Comissões Regionais de Obras (CRO), responsáveis por atuar em regiões distintas do Brasil.

A Figura 6 apresenta as CRO e as demais organizações vinculadas tecnicamente ao DEC:

Figura 6 - Organizações militares com vinculação técnica ao DEC



Fonte: Souza (2018, p. 31)

Segundo Silva (2019, p. 84), “a implementação da metodologia BIM nos projetos de arquitetura e engenharia do EB, possibilitam uma melhor comunicação entre as partes interessadas, com decisões mais rápidas e clareza no escopo definido”. Segundo esse autor, os benefícios do uso desta metodologia auxiliarão os gerentes de projetos da Força Terrestre a alcançarem os objetivos propostos.

2.5.3 O BIM e o Gerenciamento de Projetos

Bryde *et al.* (2013, p. 973) ressalta que “o BIM é uma ferramenta apropriada para gerentes de projetos e deve ser considerado pelo gerenciamento de projetos como forma de auxiliar na gestão de projetos de construção”.

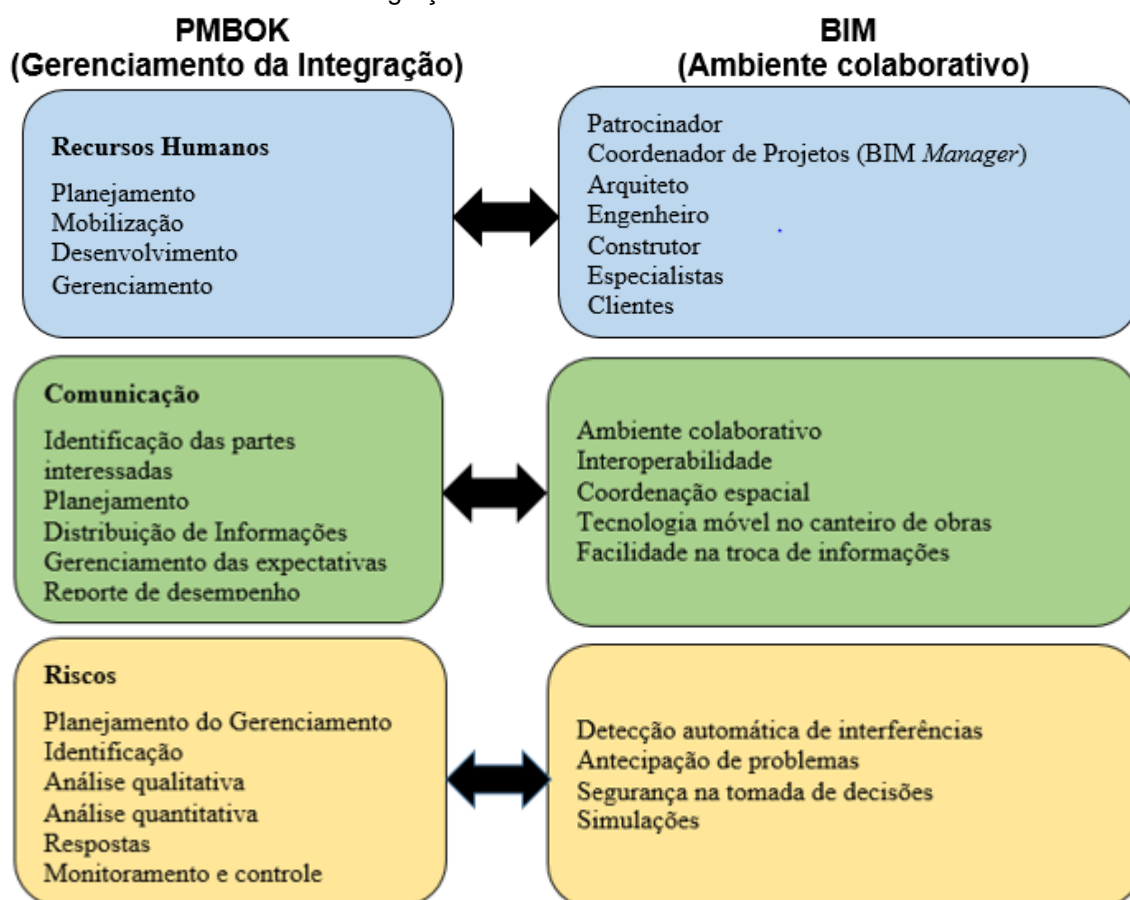
2.5.3.1 BIM e o Gerenciamento da Integração

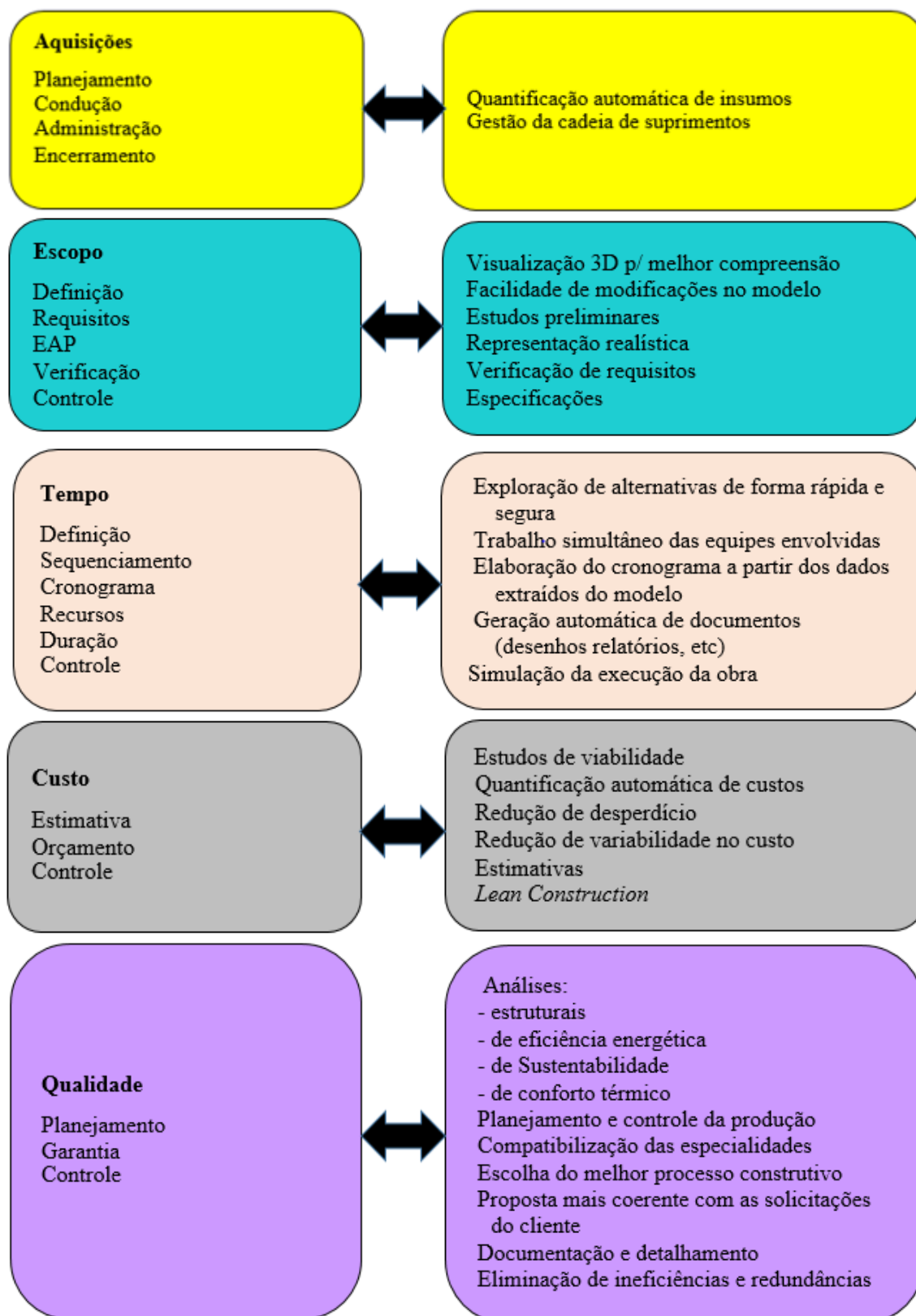
O conceito de Gerenciamento da Integração, segundo Guia de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos - Guia PMBOK:

O gerenciamento de integração do projeto inclui os processos necessários para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os vários processos e atividades dos grupos de processos de gerenciamento. No contexto de gerenciamento de projetos, a integração inclui características de unificação, consolidação, articulação e ações integradoras que são essenciais para o término do projeto, para gerenciar com sucesso as expectativas das partes interessadas e atender os requisitos. (PMBOK, 2008).

Segundo Dornelas (2013), a utilização da tecnologia BIM vem crescendo na indústria da construção civil e, com isso, requer a formação de um ambiente em que todos os agentes envolvidos nessa cadeia produtiva possam convergir seus esforços, a fim de alcançarem os benefícios esperados. Neste sentido, esse autor apresenta em seu artigo a metodologia BIM aliada ao Gerenciamento da Integração, baseado no Guia de boas práticas do Guia de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos – Guia PMBOK. A prática conjunta destes dois domínios poderá fornecer alternativas para colaboração e potencialização dos resultados positivos durante o ciclo de vida de um empreendimento. O Quadro 1 apresenta a proposta colaborativa de relação entre o Gerenciamento da Integração e o ambiente BIM.

Quadro 1 - Gerenciamento da integração e o ambiente BIM





Fonte: Dornelas (2013)

Manzione (2013, p. 41) apresenta uma figura adaptada dos trabalhos de Succar (2009) com os principais usos do BIM na fase de projeto, construção e operação (Quadro 2):

Quadro 2 - Principais usos do BIM na fase de projeto, construção e operação

| | | |
|--------------------------------|----------------|--|
| | Visualização | Projetos com visualização em 3D Controle de ciclos de revisões Documentação e detalhamento Escaneamento de edifícios com raio <i>laser</i> Fotogrametria Representação realística Realidade virtual Realidade aumentada |
| | Projeto | Verificações de requisitos de normas Estimativas de custos Análises estruturais por elementos finitos Simulação de fogo e fumaça Análises de luminotecnica Levantamentos quantitativos Análises de implantação no terreno Estudos de radiação solar Coordenação espacial e análise de interferências Análise estrutural Análises de sustentabilidade Análises energéticas Análises térmicas Estudos do impacto do vento |
| Construção | Execução | Construtibilidade Construção virtual Segurança do trabalho Especificações da construção Projeto de Sistemas construtivos Tecnologias móveis para uso no canteiro Planejamento e controle da produção Licitações e contratações |
| | Pré-fabricação | Estruturas metálicas Estruturas em concreto pré-moldado |
| | Aquisição | Coordenação dos suprimentos Preparação de pacotes de compras |
| Operação | Gerenciamento | Rastreamento dos ativos Manutenção dos ativos Monitoramento de ativos por GPS Gerenciamento dos espaços Gerenciamento de reformas |
| | Simulação | Gestão dos sistemas Planejamento para situações de emergência Análises do consumo energético Rastreamento da ocupação |
| Otimização de Processos | | <i>Lean construction</i> Gestão da cadeia de suprimento Gestão do conhecimento Análises de valor Melhoria do processo de comunicação |

Fonte: Manzione (2013)

2.6 BIM e a RV Imersiva

Segundo Alves (2015, p. 99), os projetistas utilizam diversas ferramentas para apresentar as suas ideias arquitetônicas, como maquetes, esboços e desenhos. Esse autor relata que há dificuldade de interpretação destas ferramentas por parte da maioria das pessoas de outras áreas, dificultando o entendimento do que é mostrado. Desta forma os profissionais da área têm procurado soluções mais intuitivas, para apresentar as suas ideias e facilitar a compreensão dos seus projetos. Para Correia (2018, p. 16), a RV surge como mais um meio de representação, para que o arquiteto possa descrever, simular e comunicar o seu projeto.

Segundo Póvoas (2016, p. 329), sendo o modelo do projeto navegável, ao se utilizar a realidade virtual imersiva, o usuário poderá experimentar algumas das sensações que o espaço oferece no observador. Essa experiência é comparada apenas com a consulta de modelos de maquete que não proporcionam o nível de detalhes e realismo do modelo virtual.

De acordo com Dinis (2016, p. 47), a RV imersiva poderá assumir um papel importante na comunicação de ideias e melhoria da percepção espacial do projeto, atuando na transmissão de informações entre as partes interessadas, com isso, eliminando dúvidas ou dificuldades. Segundo esse autor, a tecnologia poderá auxiliar os projetistas em processos de decisão nas fases iniciais do projeto. Na mesma linha de pensamento, Sampaio (2010, p. 18), afirma que a realidade virtual utilizada como complemento para a modelagem 3D, melhora a comunicação entre as partes interessadas do projeto, seja em treinamento, na educação ou na prática profissional.

Segundo Alves (2015), a utilização de ambientes virtuais imersivos permite aos projetistas interagir com o projeto em uma escala natural, facilitando a percepção de erros e promovendo a comunicação entre os técnicos das diversas áreas do projeto. Dinis (2016, p. 47), por sua vez, afirma que “um modelo tridimensional imersivo poderá desempenhar um papel relevante na evolução da percepção visual dos espaços e/ou elementos, existentes ou não”.

Segundo Alves (2015, p. 124), o BIM ligado à RV Imersiva aparece como uma ferramenta aplicada ao estudo e avaliação do projeto arquitetônico. Sua utilização

pode tanto ser em projetos de pequena escala como a intervenções em escala urbana, onde o usuário tem a oportunidade de explorar e navegar nos espaços recriados.

Soeiro (2016, p. 420), relata que uma das vantagens da utilização de ambientes imersivos com apoio nos modelos BIM é a formação dos trabalhadores e dos técnicos. A simulação, além de identificar riscos, fornece ambientes realísticos de obras, permitindo visualizar riscos e medidas preventivas, mas sem expor os usuários a perigos reais.

Segundo ACCA (2019), a realidade virtual imersiva e o BIM estão sendo difundidos na indústria da construção. A interação dessas tecnologias proporciona uma série de benefícios, entre eles, destacam-se: verificar com antecedência a usabilidade dos espaços do projeto, controles detalhados e minimizar erros do projeto antes de sua execução.

A RV imersiva ajuda o cliente ter uma prévia de como ficará o projeto depois de construído, de uma forma mais realística do que um modelo 3D em um computador. Segundo o artigo da empresa, os projetistas que já utilizaram a integração dessas tecnologias, ressaltam alguns dos benefícios obtidos:

- a) Problemas são detectados e resolvidos prontamente na fase de planejamento do projeto, facilitando a entrega do mesmo;
- b) Aprovação mais rápida de projetos;
- c) Melhores relações com os clientes e gerando níveis mais altos de satisfação desses consumidores; e
- d) Economia de tempo e custos.

Uma pesquisa apresentada por Correia (2018, p. 16), defende a utilização do BIM com a realidade virtual em canteiros de obras, com a finalidade de verificar a qualidade dos serviços executados. Segundo a autora o BIM torna-se uma ferramenta de gestão da qualidade, pois obtém o controle e a comunicação mais detalhada e precisa entre o canteiro e o escritório, havendo a colaboração entre os envolvidos em menor tempo. A RV atua nesse processo, inserindo o usuário no ambiente do projeto, permitindo a visualização tridimensional durante a execução do mesmo.

O'Neill (2014), editor da revista BIMIreland.ie³, em seu artigo destaca a expansão de oferta de serviços do Grupo Soluis⁴, firmando parceria com uma empresa especializada em realidade virtual. Abaixo, o trecho da publicação onde o autor relata a importância do investimento realizado:

A mudança é vista como um grande aprimoramento das capacidades estabelecidas da Soluis na criação de experiências de realidade virtual e aumentada altamente envolventes, e em sintonia com a inovação do grupo na revolução do Building Information Modeling (BIM) que atualmente está “varrendo” (*sic*) a construção e a engenharia. As habilidades de Soluis em visualização e criação de software imersivo para fornecer conteúdo visual têm se mostrado cada vez mais relevantes para os desafios de envolver um público mais amplo de partes interessadas usando os benefícios do BIM. (O'NEILL,2014).

Figura 7 - Utilização da RV com a metodologia BIM



Fonte: O'neill (2014)

Segundo Castro (2004), a realidade virtual poderá ser utilizada para identificar interferências⁵ entre projetos de edificações, problema normalmente encontrado por engenheiros e técnicos no momento da execução da obra, pois cada parte da obra foi projetada por um engenheiro especialista em determinada área. Uma navegação

³ Revista digital irlandesa especializada em BIM.

⁴ Empresa do Reino Unido especializada em criação de projetos digitais de engenharia.

⁵ O termo interferência é utilizado para identificar o volume em que se detecta a colisão entre objetos geométricos 3D contidos em projetos diferentes (estrutural, elétrico e hidráulico).

eficiente dentro do ambiente facilitará a exploração deste ponto onde objetos 3D de projetos distintos entram em contato, podendo ser visualizado pelo usuário de vários ângulos com uma maior ou menor proximidade. O autor cita como exemplos, “Pode-se verificar se a tubulação do projeto hidráulico não está situada dentro da viga do projeto estrutural ou ainda se uma caixa de passagem do projeto elétrico está dentro de um pilar”. A identificação e correção de erros de projeto na fase inicial da obra diminuem situações inesperadas e custos desnecessários.

2.6.1 Vantagens da utilização da RV imersiva com o BIM

O Quadro 3, elenca um resumo das vantagens da utilização da RV com o BIM, na visão de alguns autores.

Quadro 3 - Vantagens da utilização da RV com o BIM

| VANTAGENS |
|---|
| - Facilita a compreensão dos projetos por pessoas leigas ou de outras áreas (ALVES, 2015; CORREIA, 2018; ACCA, 2019); |
| - Permite os projetistas e usuários explorarem e interagirem com os espaços que o modelo do projeto oferecem, em uma escala natural (PÓVOAS e BASTOS, 2016; ALVES, 2015; e CORREIA, 2018); |
| - Melhora a comunicação entre as partes interessadas, eliminando dúvidas ou dificuldades (DINIS e MARTINS, 2016; SAMPAIO, HENRIQUES e MARTINS, 2010; ALVES, 2015; e CORREIA, 2018); |
| - Melhora da percepção espacial, verificando com antecedência a usabilidade dos espaços do projeto (DINIS e MARTINS, 2016; ACCA, 2019); |
| - Auxilia os projetistas em processos de decisão nas fases iniciais do projeto (DINIS e MARTINS, 2016); |
| - Auxilia na formação dos trabalhadores e dos técnicos, pois fornece treinamento em ambientes realísticos de obras, permitindo visualizar riscos e medidas preventivas, sem expor os usuários a perigos reais (SOEIRO e MARTINS, 2016; SAMPAIO, HENRIQUES e MARTINS, 2010); |
| - Facilita a percepção e a minimizar erros do projeto antes de sua execução (ALVES, 2015; ACCA, 2019); |
| - Problemas são detectados e resolvidos prontamente na fase de planejamento do projeto, facilitando a entrega do mesmo (ACCA, 2019); |
| - Ajuda o cliente ter uma prévia de como ficará o projeto depois de construído (ACCA, 2019); |
| - Economia de tempo e custos (ACCA, 2019); |
| - Proporciona um controle detalhado (CORREIA, 2018; e ACCA, 2019); |
| - Verifica a qualidade dos serviços executados no canteiro de obras (CORREIA, 2018). |
| - Ajuda identificar interferências na obra (CASTRO, 2004). |

Fonte: elaborado pelo autor.

A seguir, serão apresentados os métodos e técnicas de pesquisa aplicados para a obtenção de informações para este estudo.

3. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Este capítulo aborda a tipologia e a descrição da pesquisa realizada para obtenção dos dados para atingir os objetivos do presente trabalho. Ainda, apresenta as características das organizações militares em que foram realizadas as pesquisas de campo: Diretoria de Projetos de Engenharia, Comissão Regional de Obras da 11ª Região Militar (CRO/11) e Comissão Regional de Obras da 5ª Região Militar (CRO/5).

Cabe ressaltar que o conhecimento dos métodos e técnicas possibilitaram o nivelamento de informações que conduziram à elaboração do questionário aplicado a membros das equipes escolhidas para participar da pesquisa.

3.1 Tipologia e descrição geral dos métodos de pesquisa

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a realidade virtual. Em seguida, a análise da metodologia BIM e sua interação no desenvolvimento de projetos nas áreas de engenharia e arquitetura.

Após a conclusão do referencial teórico, foi realizada uma pesquisa de campo, por meio da aplicação de um questionário estruturado, com questões referentes à utilização da realidade virtual por meio da metodologia BIM, no sentido de obter a percepção e expectativas dos diferentes profissionais da construção civil frente a este novo processo de projetar e executar obras. Não houve limite máximo de participantes, mas a participação foi restrita aos profissionais que lidam com as práticas com a metodologia BIM.

A última etapa se deu pela estruturação, interpretação e análise crítica dos resultados da pesquisa, de forma a permitir que esses dados fossem sintetizados e validados. Quanto à natureza da pesquisa, ela se caracteriza como aplicada, pois resultou em conhecimento sobre a situação atual existente nas organizações militares pesquisadas.

O presente estudo se caracteriza como uma abordagem descritiva, considerando aspectos qualitativos de base de informações primárias (questionários aos projetistas) e secundárias (livros, revistas especializadas e artigos científicos). Ademais, a

pesquisa foi caracterizada por uma temporalidade transversal, e pela coleta de dados. O lócus da pesquisa foi a equipe de projetistas da DPE, CRO/5 e CRO/11.

3.2 Caracterização das organizações objeto do estudo

A pesquisa qualitativa foi desenvolvida em OMs subordinadas a um dos Órgãos de Direção Setorial (ODS) ligado ao comando do Exército Brasileiro: o Departamento de Engenharia e Construção (DEC). Este, tem como uma de suas diretorias subordinadas, responsável por uma área específica de atuação - a Diretoria de Projetos de Engenharia (DPE). O DEC possui, ainda, organizações tecnicamente vinculadas, responsáveis pela execução das obras militares: as Comissões Regionais de Obras (CRO).

3.3 Participantes da pesquisa

Os participantes da pesquisa foram profissionais da área da AEC, civis e militares que atuam na prática com a metodologia BIM, totalizando 27 respondentes voluntários. Além disso, os pesquisados puderam ser divididos segundo as suas áreas de especialidades, sendo 12 arquitetos, 14 engenheiros, subdivididos em civis, eletricitistas, mecânicos, de fortificação, de construção, além de um desenhista.

3.4 Caracterização e descrição dos instrumentos de pesquisa

Para atingir os objetivos deste trabalho foi necessária a realização de pesquisa de campo, concretizada nos meses de julho e agosto de 2020. Por meio de um questionário estruturado projetistas civis e militares, usuários da metodologia BIM foram estimulados a responder uma pesquisa de campo sobre a utilização da realidade virtual com o BIM.

O objetivo principal do questionário foi a obtenção da percepção e expectativa dos projetistas em relação ao uso da realidade virtual imersiva com a metodologia BIM em projetos de obras militares do EB. Os procedimentos técnicos de coleta dados para a

de pesquisa de campo, se deram por meio de um questionário com 19 perguntas, apresentado no Apêndice A e elaborado conforme demonstrado a seguir. Todos os dados foram coletados em ambiente virtual.

O questionário foi elaborado com questões abertas não obrigatórias e questões fechadas em forma de afirmação, julgadas de acordo com o grau de concordância do respondente. A escala utilizada foi a *Likert* de cinco pontos: (1) discordo totalmente, (2) discordo parcialmente, (3) indiferente (neutralidade), (4) concordo parcialmente e (5) concordo totalmente.

Foram identificadas junto à Diretoria de Projetos de Engenharia, as unidades militares do Exército Brasileiro onde estavam lotados os recursos humanos com maior conhecimento sobre a metodologia BIM. Essa identificação possibilitou o encaminhamento do questionário aos militares com maior experiência no uso do BIM. Os profissionais participantes estavam lotados, nas organizações militares caracterizadas no item 3.2.

3.5 Procedimentos de coleta e de análise de dados

Segundo Zanella (2009, p. 113), “o questionário é um instrumento que possibilita atingir um número grande de pessoas, em uma ampla área geográfica, já que pode ser enviado pelo correio, por meio digital (*e-mail*) ou aplicado por telefone”.

O questionário foi organizado em três partes, sendo uma primeira apresentando o trabalho e instruindo os participantes da pesquisa; a segunda, onde consta a coleta de informações sobre os respondentes e a terceira parte com os questionamentos específicos sobre o tema em análise.

O questionário utilizado na pesquisa foi estruturado na plataforma *Google Forms*⁶, e aplicado de acordo com as instruções ali previstas, com *link* disponibilizando por intermédio de mensagem eletrônica privada, *WhatsApp*, além de *e-mail*. Em seguida, foram realizados contatos telefônicos junto às OM citadas no item 3.2, solicitando a

⁶ Serviço gratuito do *Google* para criar formulários *online*.

divulgação do questionário para civis e militares usuários do BIM, concitando-os a participar da pesquisa de campo. Ao final dessa etapa, a pesquisa de campo obteve a participação de 27 projetistas com experiência prática quanto à metodologia BIM.

A análise dos dados coletados foi realizada com utilização de estatística descritiva e conhecimentos adquiridos pelo autor na pesquisa bibliográfica, o que proporcionou os elementos necessários para essa ação. De acordo com Zanella (2009), a estatística descritiva tem por objetivo sintetizar e totalizar a apresentação dos resultados por meio de gráficos, tabelas e quadros. Desta forma, as questões correspondentes ao perfil dos participantes e específicas do uso da RV com o BIM foram apresentados em gráficos, expostos no capítulo seguinte - Resultado e Discussão.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

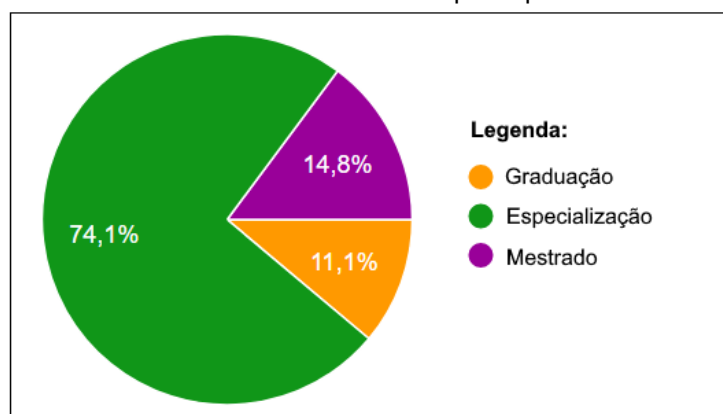
Nesta pesquisa, foi aplicado um questionário por meio de envio de *link* aos participantes, obtendo 27 respostas. Os resultados foram divididos em duas seções, sendo elas: 4.1 Análise do perfil dos participantes da pesquisa; e 4.2 Análise da utilização da RV imersiva com o BIM, de acordo com a percepção dos participantes.

4.1 Análise do perfil dos participantes da pesquisa

A pesquisa de campo foi realizada por meio da aplicação de um questionário, conforme explicado no Capítulo 3, organizado em três partes: a primeira, quando foi apresentado o trabalho e instruídos os participantes da pesquisa; a segunda teve como objetivo caracterizar o perfil dos respondentes e, a terceira parte, apresentou os questionamentos sobre a utilização da realidade virtual com a metodologia BIM.

O questionário foi respondido por 27 participantes, profissionais das diversas áreas da AEC, todos com experiência na utilização do BIM. Na primeira parte da pesquisa foram solicitadas as seguintes informações: (1) nível de escolaridade; (2) formação; (3) situação militar; (4) organização que trabalha; (5) tempo de experiência profissional com a metodologia BIM; e (6) nível de conhecimento técnico sobre a tecnologia de RV. A pesquisa contou com três graduados, correspondendo ao percentual de 11,1% do total dos participantes, 20 especialistas (74,1% do total dos participantes), e 4 mestres (14,8% do total dos participantes), conforme representado no GRAF. 1, abaixo:

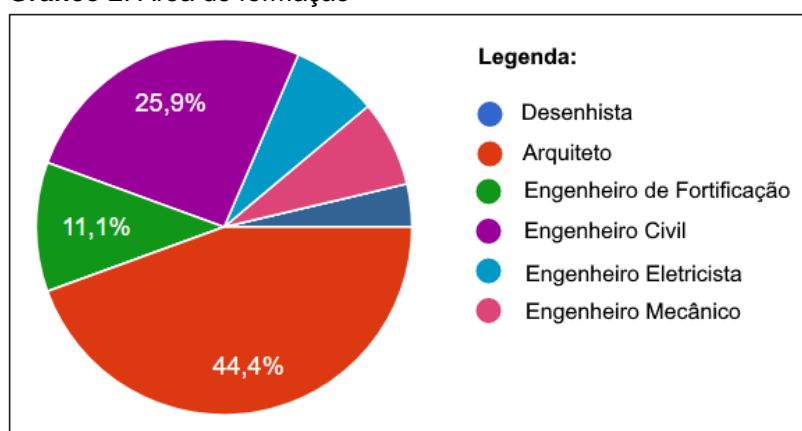
Gráfico 1: Nível de escolaridade dos participantes



Fonte: elaborado pelo autor

Observa-se que os participantes que trabalham com a metodologia BIM, possuem elevado nível de instrução, sendo 88,9% pós-graduados. As percepções destes profissionais enriquecem o presente trabalho. Dos respondentes, 12 são arquitetos, correspondendo a 44,4% do total dos participantes, 7 são engenheiros civis (25,9% do total dos participantes), 3 são engenheiros de fortificação e construção (11,1% do total dos participantes), 2 engenheiros eletricitista (7,4% do total dos participantes), 2 engenheiros mecânicos (7,4% do total dos participantes), e 1 desenhista (3,7% do total dos participantes), conforme resumido no GRAF. 2:

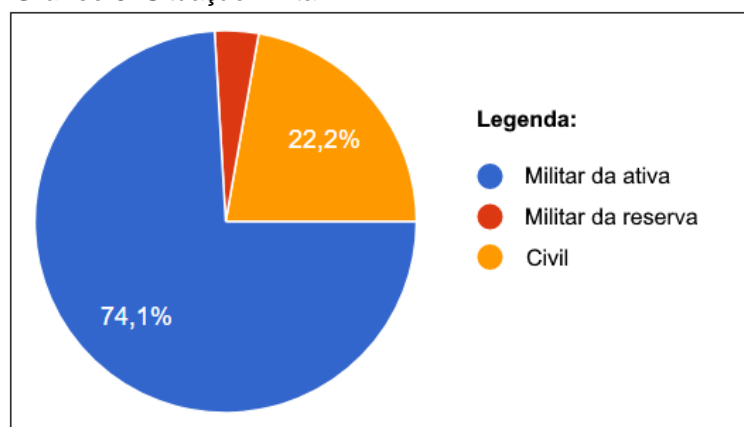
Gráfico 2: Área de formação



Fonte: elaborado pelo autor

Pode-se perceber que 55,6% dos participantes da pesquisa atuam nas diferentes áreas da AEC, proporcionando diferentes percepções sobre a utilização do BIM. Dos 27 respondentes, 20 são militares da ativa, correspondendo ao percentual de 74,1% do total dos participantes, 1 militares da reserva (3,7% do total dos participantes), e 6 civis (22,2% do total dos participantes), conforme representado no GRAF. 3 abaixo:

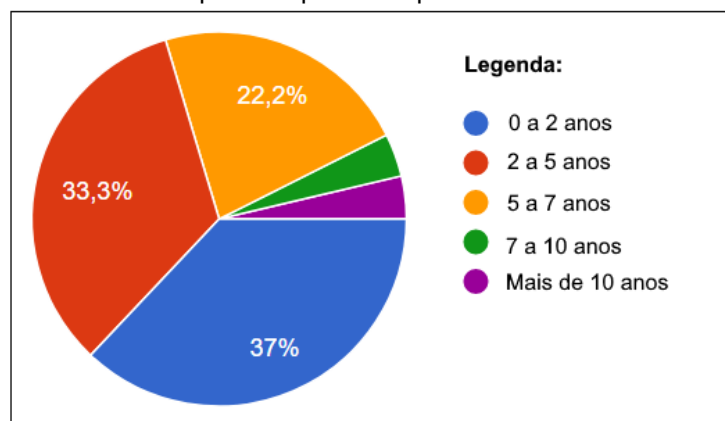
Gráfico 3: Situação militar



Fonte: elaborado pelo autor

Pode-se perceber que 77,8% dos participantes da pesquisa são militares que atuam em diferentes áreas da AEC. As respostas indicam que 10 participantes da pesquisa possuem menos de dois anos de experiência profissional com o BIM, correspondendo ao percentual de 37% do total dos participantes, 9 participantes da pesquisa possuem entre 2 e 5 anos de tempo de experiência (33,3% do total dos participantes), 6 participantes da pesquisa possuem entre 5 e 7 anos de tempo de experiência (22,2% do total dos participantes), 1 participante da pesquisa possui entre 7 e 10 anos de tempo de experiência (3,7% do total dos participantes) e 1 participante da pesquisa possui mais de 10 anos de tempo de experiência (3,7% do total dos participantes), conforme representação no GRAF. 4, abaixo:

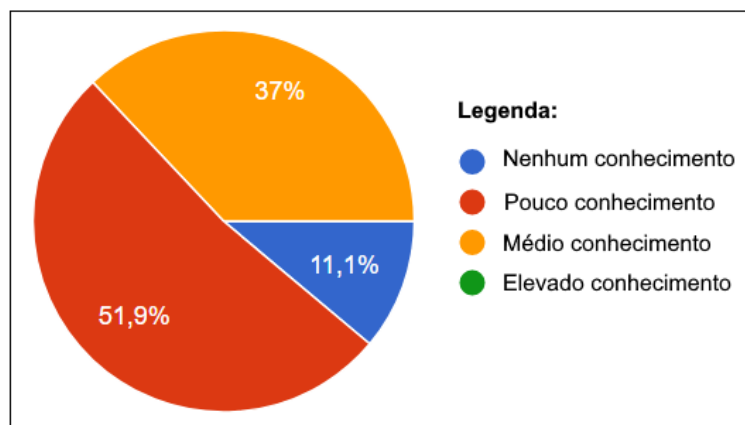
Gráfico 4: Tempo de experiência profissional com o BIM



Fonte: elaborado pelo autor

Foi constatado que 66,7% do total dos participantes possuem mais de dois anos de experiência com o BIM, o que demonstra um grau elevado de experiência dos respondentes, dando qualidade nas respostas às questões apresentadas no questionário.

O último questionamento sobre os perfis respondentes, refere-se sobre o nível de conhecimento técnico que os participantes da pesquisa possuem em relação a tecnologia de Realidade Virtual (RV). Os dados apontam que 10 participantes da pesquisa possuem um nível médio de conhecimento técnico sobre a tecnologia de realidade virtual, correspondendo ao percentual de 37% do total dos participantes, 14 participantes da pesquisa possuem pouco conhecimento (51,9% do total dos participantes), e 3 participantes da pesquisa afirmaram não possuírem nenhum conhecimento técnico sobre a tecnologia de realidade virtual (11,1% do total dos participantes), conforme representado no GRAF. 5, a seguir:

Gráfico 5: Nível de conhecimento técnico sobre a RV

Fonte: elaborado pelo autor

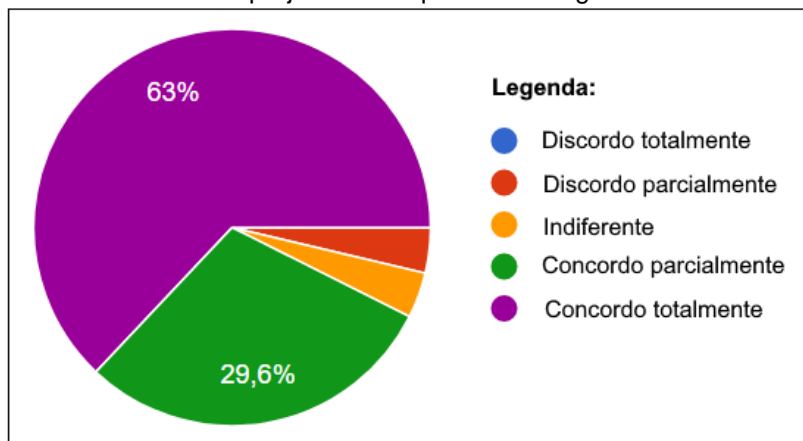
O nível de conhecimento técnico sobre a realidade virtual é um aspecto importante para indicar a qualidade das respostas referente a utilização dessa tecnologia com o BIM na segunda parte do questionário. Foi constatado que 88,9% do total dos participantes possuem algum nível técnico de conhecimento referente à realidade virtual.

4.2 Análise sobre a utilização da RV imersiva com o BIM

Na segunda parte da pesquisa foram realizados questionamentos específicos sobre a utilização da realidade virtual imersiva com a metodologia BIM.

Dos respondentes, 17 concordaram totalmente ser importante a utilização da RV imersiva com o BIM no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, correspondendo a 63% do total dos participantes, 8 concordam parcialmente (29,6% do total dos participantes), 1 é indiferente (3,7% do total dos participantes), e 1 discorda parcialmente (3,7% do total dos participantes), conforme resumido no GRAF. 6, a seguir:

Gráfico 6: A Importância da utilização da RV imersiva com o BIM no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia

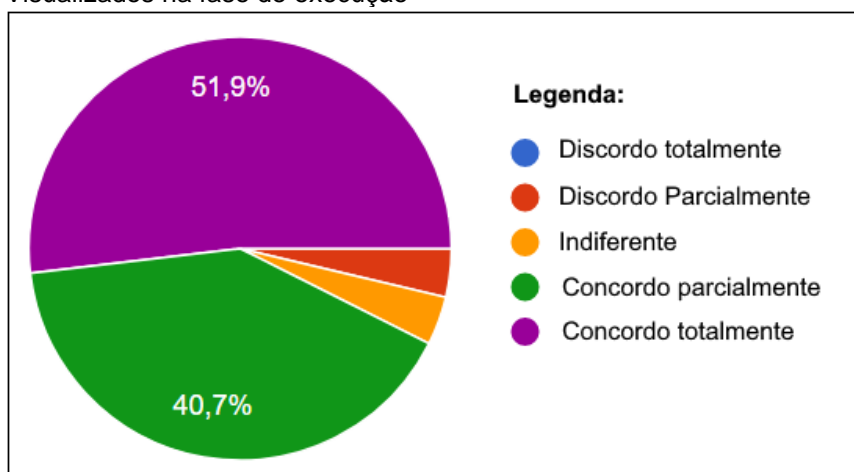


Fonte: elaborado pelo autor

Observa-se que 92,6% dos participantes concordaram totalmente ou parcialmente que é importante a utilização da RV imersiva com o BIM no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia.

Os resultados apontam que 14 participantes da pesquisa concordaram totalmente que a RV imersiva ajuda na identificação de possíveis problemas, que só seriam visualizados na fase de execução, correspondendo ao percentual de 51,9% do total dos participantes. Além disso, 11 participantes da pesquisa concordaram parcialmente (40,7% do total dos participantes), 1 participante da pesquisa revelou ser indiferente (3,7% do total dos participantes), e 1 discordou parcialmente (3,7% do total dos participantes), conforme representado no GRAF. 7, abaixo:

Gráfico 7: Identificação de possíveis problemas que só seriam Visualizados na fase de execução

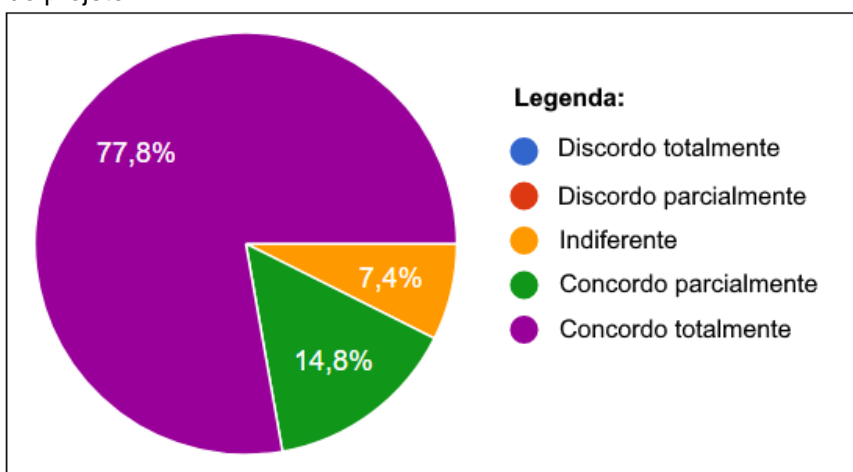


Fonte: elaborado pelo autor

Pode-se perceber que 92,6% dos participantes da pesquisa concordam totalmente ou parcialmente que a RV imersiva ajuda na identificação de possíveis problemas que só poderiam ser observados na execução da obra, pois permite ao usuário ver o projeto de uma forma mais realística do que um modelo 3D em um computador.

As respostas indicam que 21 participantes da pesquisa concordaram totalmente que a RV imersiva proporciona uma maior facilidade de comunicação entre as partes interessadas do projeto, correspondendo ao percentual de 77,8% do total dos participantes. Quatro participantes da pesquisa concordam parcialmente (14,8% do total dos participantes), e dois participantes da pesquisa foram indiferentes (7,4% do total dos participantes), conforme ilustrado no GRAF. 8, abaixo:

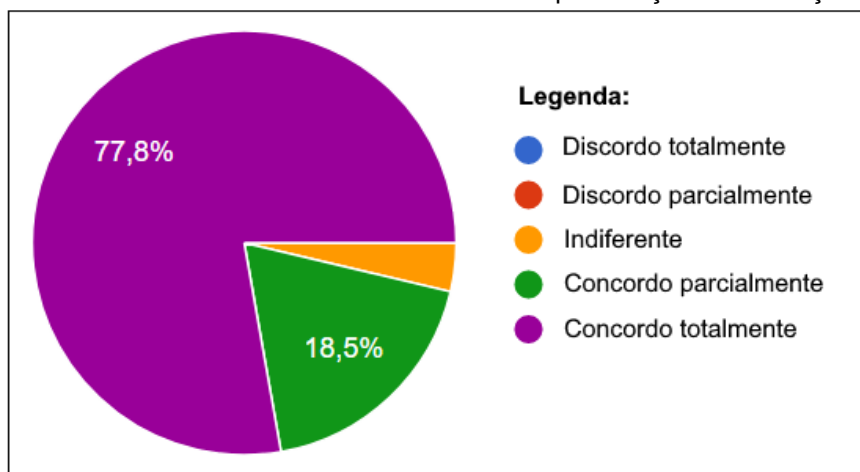
Gráfico 8: Maior facilidade de comunicação entre as partes interessadas do projeto



Fonte: elaborado pelo autor

Percebe-se que 92,6% dos participantes da pesquisa concordam totalmente ou parcialmente que a RV imersiva utilizada com o BIM facilita a comunicação entre as partes interessadas do projeto, pois todos possuem a mesma visão do que se pretende construir.

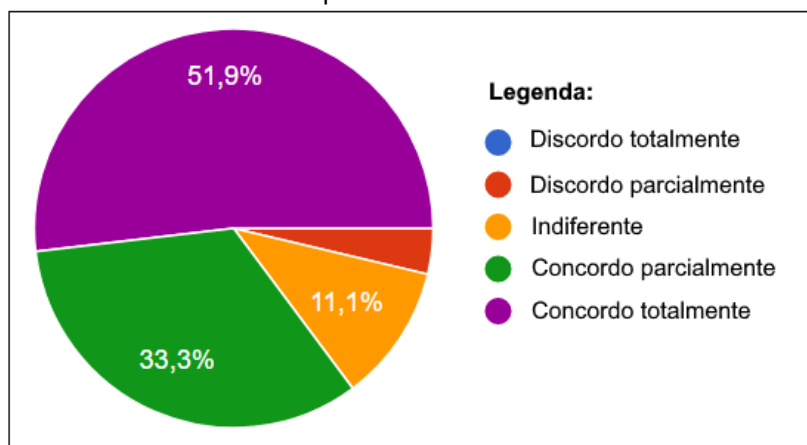
Dos respondentes da pesquisa, 21 concordam totalmente que o uso de ferramentas BIM aliadas à RV, aumenta a aproximação e a interação entre projeto e execução, correspondendo ao percentual de 77,8% do total dos participantes, 5 participantes da pesquisa concordam parcialmente (18,5% do total dos participantes), e 1 participante da pesquisa é indiferente (3,7% do total dos participantes), de conforme demonstra o GRAF. 9, a seguir:

Gráfico 9: O uso da RV com BIM aumenta a aproximação e a interação

Fonte: elaborado pelo autor

Foi constatado que 96,3% do total dos participantes concordaram totalmente ou parcialmente que o uso da RV aliada ao BIM aumenta aproximação e a interação entre projeto e execução, pois se é possível verificar se as circunstâncias reais de construção são compatíveis com aquelas previstas no projeto.

Os dados apontam que 14 participantes concordam totalmente que o uso da RV imersiva com o BIM pode ser aplicado no desenvolvimento de outros produtos do EB, correspondendo ao percentual de 51,9% do total dos participantes, 9 participantes da pesquisa concordam parcialmente (33,3% do total dos participantes), 3 participantes da pesquisa foram indiferentes (11,1% do total dos participantes), e 1 participante da pesquisa discordou parcialmente (3,7% do total dos participantes), conforme representado no GRAF. 10, abaixo:

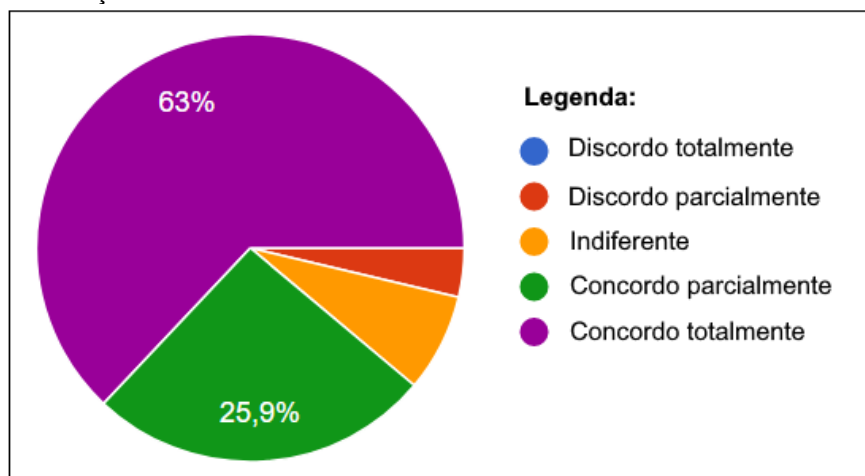
Gráfico 10: Utilização da RV imersiva com o BIM no desenvolvimento de outros produtos do EB

Fonte: elaborado pelo autor

Foi constatado que 85,2% do total dos participantes concordam totalmente ou parcialmente que o uso da RV com o BIM pode ser aplicado no desenvolvimento de outros produtos dos Programas Estratégicos do EB, pois existe a necessidade de projetos de arquitetura e engenharia para o desencadeamento positivo de alguma parte desses programas.

Dos respondentes, 17 concordaram totalmente que, por meio do uso da RV imersiva, pode-se verificar com antecedência a usabilidade dos espaços de um projeto de construção, correspondendo ao percentual de 63% do total dos participantes, 7 participantes da pesquisa concordam parcialmente (25,9% do total dos participantes), 2 participantes da pesquisa foram indiferentes (7,4% do total dos participantes), e 1 participante da pesquisa discordou parcialmente (3,7% do total dos participantes), conforme representado no GRAF. 11, abaixo:

Gráfico 11: Verificação da usabilidade dos espaços em um projeto de construção civil



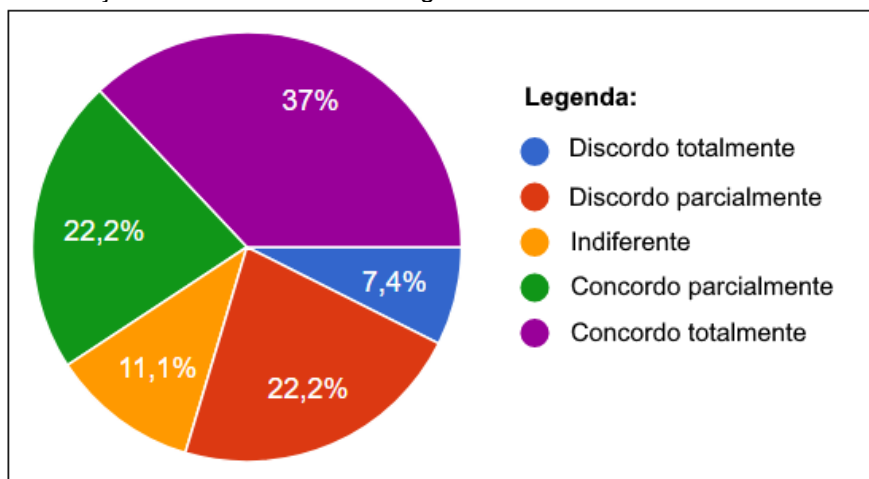
Fonte: elaborado pelo autor

Observou-se que 88,9% do total dos participantes concordaram totalmente ou parcialmente que, por meio da utilização da RV imersiva, pode-se verificar com antecedência a usabilidade dos espaços em um projeto de construção civil.

Os dados indicaram que 10 participantes concordaram totalmente que a aprovação de um projeto pode se dar mais rapidamente com a utilização da RV com o BIM, correspondendo ao percentual de 37% do total dos participantes, 6 participantes da pesquisa concordaram parcialmente (22,2% do total dos participantes), 3 participantes da pesquisa foram indiferentes (11,1% do total dos participantes), 6 participantes da pesquisa discordaram parcialmente (22,2% do total dos participantes), e 2

discordaram totalmente (7,4% do total dos participantes), conforme mostra o GRAF. 12, abaixo:

Gráfico 12: Aprovação de um projeto pode se dar mais rapidamente com a utilização da RV com a metodologia BIM

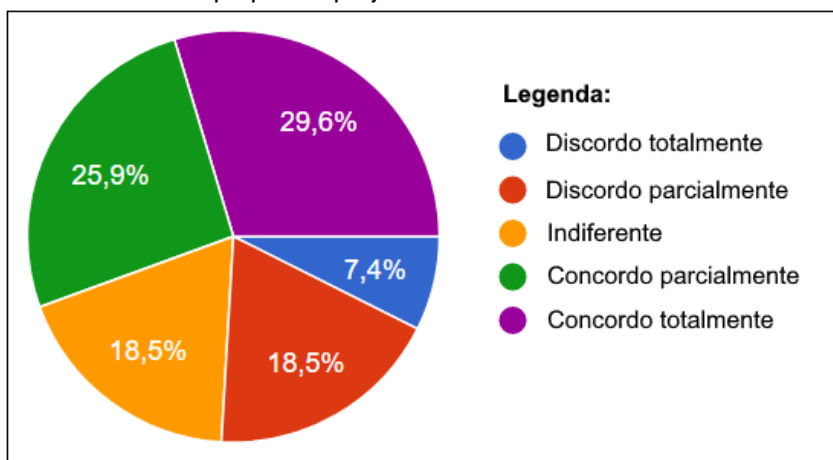


Fonte: elaborado pelo autor

Pode-se perceber que 59,2% dos participantes concordaram, de alguma maneira, que por intermédio da utilização da RV com a metodologia BIM a aprovação de um projeto de AEC pode se dar mais rapidamente.

De acordo com os resultados obtidos, 8 participantes concordaram totalmente que o uso da RV com o BIM proporciona uma economia de tempo para o projeto, correspondendo ao percentual de 29,6% do total dos participantes, 7 participantes da pesquisa concordaram parcialmente (25,9% do total dos participantes), 5 participantes da pesquisa foram indiferentes (18,5% do total dos participantes), 5 participantes da pesquisa discordaram parcialmente (18,5% do total dos participantes), e 2 discordaram totalmente (7,4% do total dos participantes), conforme pode ser observado no Gráfico 13, a seguir:

Gráfico 13: O Sr(a) concorda que o uso da RV com o BIM pode trazer economia de tempo para o projeto?

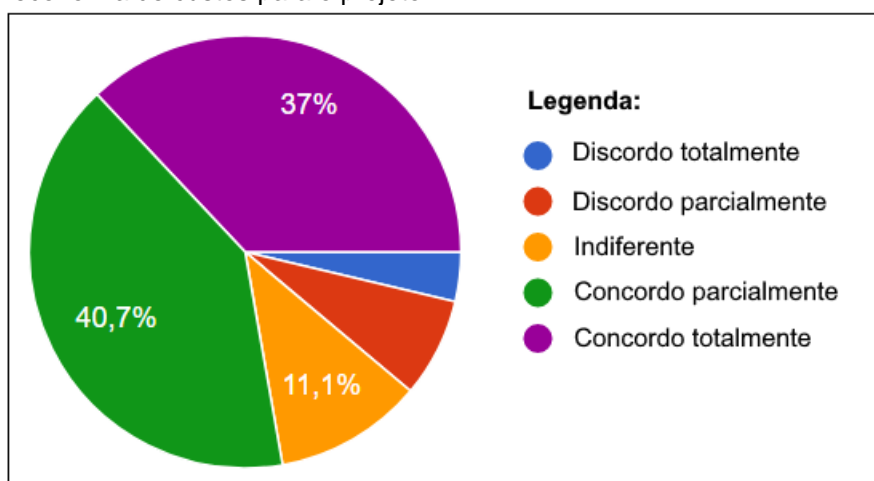


Fonte: elaborado pelo autor

Percebe-se que 55,5% dos participantes concordaram totalmente ou parcialmente que a utilização da RV com a metodologia BIM pode trazer economia de tempo para o projeto de construção.

Dos respondentes, 10 concordaram totalmente que o uso da RV com o BIM pode trazer economia de custos para o projeto, correspondendo ao percentual de 37% do total dos participantes, 11 participantes da pesquisa concordaram parcialmente (40,7% do total dos participantes), 3 participantes da pesquisa são indiferentes (11,1% do total dos participantes), 2 participantes da pesquisa discordaram parcialmente (7,4% do total dos participantes), e 1 discordou totalmente (3,7% do total dos participantes), conforme apresenta o GRAF. 14, abaixo:

Gráfico 14: O(A) Sr(a) concorda que o uso da RV com o BIM pode trazer economia de custos para o projeto?

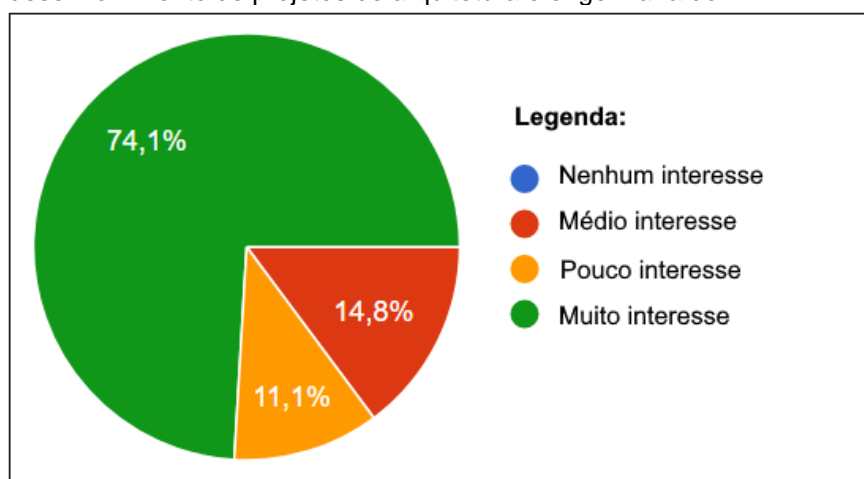


Fonte: elaborado pelo autor

Foi constatado que 77,7% do total dos participantes concordaram, total ou parcialmente, que o uso da RV com o BIM pode trazer economia de custos para o projeto.

Dos participantes, 20 afirmaram ter muito interesse em utilizar a RV imersiva com o BIM no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia do EB, correspondendo ao percentual de 74,1% do total dos participantes, 4 participantes declararam possuir um interesse médio (14,8% do total dos participantes), e 3 participantes da pesquisa possuem pouco interesse (11,1% do total dos participantes), conforme apresenta o GRAF. 15, abaixo:

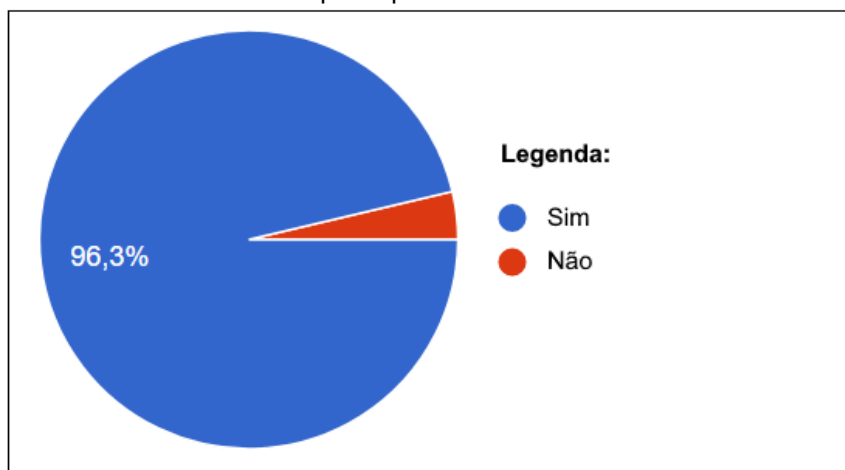
Gráfico 15: Interesse em utilizar a RV imersiva com o BIM no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia do EB



Fonte: elaborado pelo autor

Foi constatado que todos os 27 participantes possuem algum tipo de interesse em utilizar a RV imersiva com o BIM no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia do EB, sendo que a grande maioria, 74,1% possui muito interesse.

Percebe-se que 26 dos participantes têm interesse em realizar cursos sobre a tecnologia de realidade virtual, correspondendo ao percentual de 96,3% do total dos participantes, e apenas 1 não manifestou interesse em realizar cursos (3,7% do total dos participantes), conforme apresenta o GRAF. 16, a seguir:

Gráfico 16: Interesse dos participantes em realizar curso sobre RV

Fonte: elaborado pelo autor

As respostas indicam que 26 dos 27 participantes da pesquisa estão interessados em realizar cursos sobre a realidade virtual, um nível muito elevado (96,3%), demonstrando elevado interesse dos participantes em aprender mais sobre essa tecnologia. Além das perguntas fechadas, foi realizada uma pergunta aberta, onde o respondente fizesse o seu *feedback* com as próprias palavras.

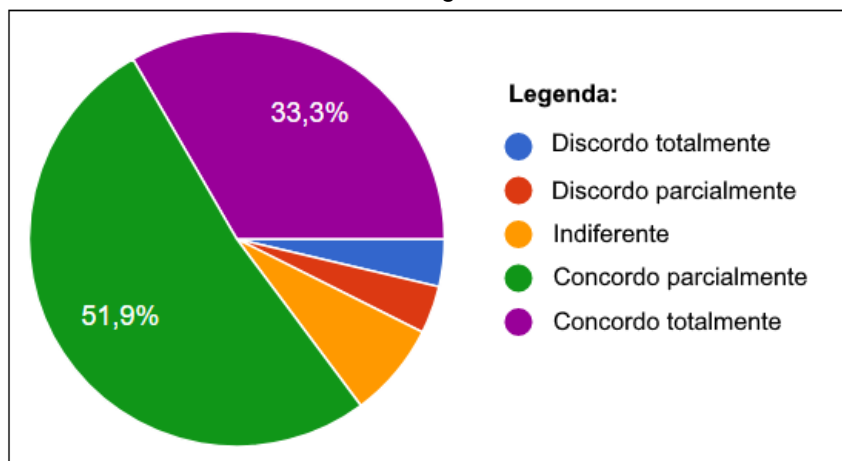
Também foi perguntado aos participantes o porquê do interesse em realizar cursos sobre RV. Abaixo, um resumo das respostas individuais:

- “Creio que facilitaria o entendimento por parte dos interessados nas obras, além de possibilitar uma melhor visão da obra construída em todos os seus aspectos”;
- “Porque uma dificuldade que tenho é de ter uma visão espacial e isso me ajudará muito na realização dos projetos, bem como identificar melhor as interferências e nessa combinação acredito poder antever erros ou até melhorar logística na obra e no uso da edificação”;
- “Porque irá agregar mais ferramentas ao BIM”;
- “Para aperfeiçoar meus projetos de arquitetura e evitar erros em obra”;
- “Por que acredito que esta seja uma etapa posterior à etapa da modelagem de um projeto em BIM”;

- f) “Os países desenvolvidos utilizam com grande frequência para diminuir erros em obras”;
- g) “Ampliar conhecimento para auxiliar o EB na otimização dos projetos de engenharia”;
- h) “Porque será uma ferramenta muito empregada no futuro”;
- i) “Porque facilita a apresentação e entendimento para a aprovação por um militar que não é técnico (engenheiro ou arquiteto). E a apresentação para os profissionais que executarão a obra. Facilita o entendimento e visualização dos profissionais envolvidos no projeto”;
- j) “A realidade virtual está cada vez mais acessível e é a próxima dimensão a chegar ao alcance de usuários finais, no uso em *softwares* BIM, GIS, simuladores, etc, inclusive nos aspectos financeiros. É um caminho sem volta”;
- k) “Para melhor conhecimento da tecnologia e verificar a veracidade das informações do modelo de projeto junto a construção”;
- l) “Para ampliar os benefícios do uso do BIM nas diversas etapas do ciclo de vida da edificação”; e
- m) “Melhoria na qualidade e no desenvolvimento de projetos de arquitetura”.

De acordo com os resultados obtidos, 9 participantes concordaram totalmente que o custo da RV poderá retardar a utilização desta tecnologia com o BIM, correspondendo ao percentual de 33,3% do total dos participantes, 14 participantes da pesquisa concordaram parcialmente (51,9% do total dos participantes), 2 participantes da pesquisa estão indiferentes (7,4% do total dos participantes), 1 participante da pesquisa discordou parcialmente (3,7% do total dos participantes), e 1 discordou totalmente (3,4% do total dos participantes), conforme pode ser observado no GRAF. 17 a seguir:

Gráfico 17: Um aspecto que poderia retardar a utilização da RV no mundo BIM seria o custo da tecnologia?

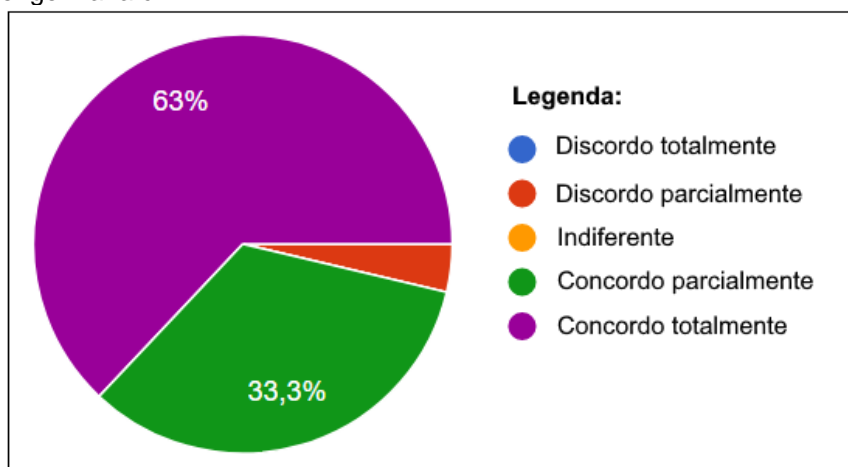


Fonte: elaboração do autor

Constata-se que 85,2% dos participantes concordam total ou parcialmente que o custo da RV poderá retardar o uso dessa tecnologia com a metodologia BIM.

Dos participantes, 17 concordaram totalmente ser importante para a engenharia civil a introdução da aplicabilidade da realidade virtual nas salas de aula, correspondendo ao percentual de 63% do total dos participantes, 9 participantes da pesquisa concordaram parcialmente (33,3% do total dos participantes), e 1 participante da pesquisa foi indiferente (3,7% do total dos participantes), conforme apresenta o GRAF. 18 a seguir:

Gráfico 18: A aplicabilidade da realidade virtual nas salas de aula de engenharia civil



Fonte: elaboração do autor

Foi constatado que 96,3% do total dos participantes concordam totalmente ou parcialmente que é importante para a engenharia civil a introdução da aplicabilidade da realidade virtual nas salas de aula.

O último questionamento da segunda parte, foi aberto para sugestões e esclarecimentos sobre a utilização da RV com a metodologia BIM, obtendo-se as seguintes sugestões:

- a) “Tenho falta de conhecimento na RV, mas acredito que ela daria ao leigo uma visão melhor do objeto pretendido... e para os profissionais da área seria interessante a visão macro das disciplinas envolvidas na construção afim de levar uma análise mais qualitativa do ambiente a ser construído”;
- b) “A RV possui inúmeros benefícios para o desenvolvimento e visualização dos projetos, acompanhamento da execução das obras. O EB precisa incentivar o uso destas novas tecnologias, poderia também realizar parcerias com o ambiente acadêmico”;
- c) “Do ponto de vista conceitual e em síntese, o principal objetivo de um modelo é traduzir um problema ou uma necessidade que se tem do mundo real para um ambiente em gabinete, onde se possa analisar, estudar, inferir parâmetros, avaliar cenários e interferências, combinar e sobrepor situações ou informações em várias dimensões em espaço e tempo, e assim como no mundo real, quanto maior o nível de complexidade que se quer resolver, maior a exigência de se importar dados, medidas, fenômenos, paisagens, etc, que tornem o modelo o mais próximo dessa complexidade. Nesse contexto, a realidade virtual é um passo largo na busca de se alcançar as respostas com o modelo e minimizar erros antes de sua execução propriamente dita. Atualmente a construção de cenários para serem empregados em realidade virtual, por exemplo, a topografia de uma área ou a representação de uma edificação, está ao alcance de usuários finais a um custo acessível. Na CRO/5 estamos tendo resultados muito satisfatórios com o uso de captura da realidade, do relevo e de edificações para emprego em GIS

e BIM e a utilização de realidade virtual com esses cenários é um avanço que estamos acompanhando e buscando pois o que ainda é imprevisível no modelo é o custo do erro;

- d) “Para viabilizar essa tecnologia no âmbito do Exército, é necessário um grande investimento em capacitação de pessoal”; e
- e) “Gostaria que tivesse curso para os profissionais da CRO/11”.

5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

5.1 Conclusão

A pesquisa apresentada, em um primeiro momento evidenciou as medidas de adequação de estrutura organizacional e processos internos em todos os níveis do Exército Brasileiro, na tentativa de alcançar melhores resultados na Gestão de Projetos em BIM. Atualmente, no âmbito federal, são poucas as instituições públicas engajadas na implantação dessa tecnologia, o que torna o esforço realizado pelo EB, uma fonte de referência para o incentivo e difusão da tecnologia em âmbito nacional.

Na busca de aprimorar processos e atingir resultados mais precisos em projetos de arquitetura, engenharia e construções civis e militares, a Realidade Virtual surge como uma oportunidade para analisar e explorar modelos BIM em ambientes virtuais imersivos onde o usuário pode transitar, interagir e alterar o projeto da obra. Em um segundo momento da pesquisa, buscou-se apresentar algumas das vantagens da utilização da Realidade Virtual por meio da metodologia BIM, na visão de autores e de profissionais de diversas áreas da AEC da Força Terrestre.

Foi observado na literatura, que ambas as tecnologias estão difundidas na indústria da construção, auxiliando no desenvolvimento de projetos e na execução de obras. Dessa forma, a interação entre as duas tecnologias poderá desempenhar um papel relevante nas interfaces humano-computador, pois a RV está em expansão no mercado e a engenharia civil poderá usufruir desta tecnologia.

Em relação a percepções e expectativas por parte dos profissionais civis e militares que trabalham com a metodologia BIM em projetos de edificações, as avaliações mostraram-se positivas, em conformidade com as afirmações abordadas no questionário e indo ao acordo com o que defendem os autores citados no referencial teórico. A respeito das vantagens da utilização de *hardware* de RV com o BIM, a grande maioria dos respondentes da pesquisa concordam que essa interação pode melhorar a percepção espacial, verificar com antecedência a usabilidade dos espaços do projeto, facilitar a compreensão dos projetos por pessoas leigas ou de outras áreas e auxiliar na tomada de decisão. Em relação às desvantagens, confirmou-se que o custo potencial do *hardware* de RV poderá ser um aspecto que venha a retardar o avanço desta tecnologia com o BIM.

Desta maneira, este estudo procurou apresentar vantagens da utilização da RV imersiva com a metodologia BIM, segundo a percepção de profissionais da construção civil do EB. Conclui-se que o instrumento realidade virtual contribui significativamente no processo de gestão e coordenação de projetos, atuando principalmente nas áreas de Gerenciamento da Comunicação e Partes Interessadas e, conseqüentemente, na aquisição de maior qualidade em relação ao desenvolvimento de projetos e execução de obras. Nesse contexto, torna-se importante a participação do Exército frente a implantação de novas tecnologias com ferramentas BIM, propiciando o desenvolvimento tecnológico, tão importante para o setor da construção.

5.2 Recomendação para futuras pesquisas

Espera-se que esta pesquisa incentive trabalhos posteriores.

Sobre a realidade virtual, faz-se importante a realização de novos estudos nas áreas da arquitetura e engenharia, com a utilização desta tecnologia outros tipos de *softwares* no desenvolvimento de novos produtos. A RV imersiva, vem se destacando na indústria automobilística facilitando a criação de novos processos de produção. Nesse contexto, a RV imersiva poderá ajudar na modernização ou produção de carros de combate no EB. Ressalta-se que a RV imersiva, além do desenvolvimento do projeto do blindado, poderá também ser utilizada para treinamento de sua guarnição,

fornecendo aos militares, experiências de operar em diferentes ambientes ou simular situações de armas.

REFERÊNCIAS

- ACCA software S.p.A. BIBLUS. **BIM e realidade virtual: a evolução da indústria da construção**. 2019. Italia. Disponível em: <http://biblus.accasoftware.com/ptb/bim-e-realidade-virtual-a-evolucao-da-industria-da-construcao/>>. Acesso em: 13 jun 2020.
- ALVES, L. J. V. **VIARModes4BIM: Interação multimodal com informação BIM**. P. 12-222, 2015. Tese de Doutorado.
- ARAUJO, R. B. de; KIRNER, C. **Especificação e análise de um sistema distribuído de realidade virtual**. 1996. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- AZHAR, S.; KHALFAN, M.; MAQSOOD, T. **Building information modelling (BIM): now and beyond**. Construction Economics and Building, v. 12, n. 4, p. 15-28, 2012.
- BAIA, D. V. S. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil**. UNB. 2015. Dissertação de Mestrado.
- BIGNOTO, C. C. **A realidade virtual no plano de implementação BIM**. UFMG, 2019.
- BOWMAN, D. A.; MCMAHAN, R. P. **Virtual reality: how much immersion is enough?** Computer, v. 40, n. 7, p. 36-43, 2007.
- BRASIL. Decreto n. 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling**. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao/portal-legis/legislacao-1/decretos1/2019-decretos>>. Acesso em: 15 jan. 2020.
- BRYDE, D.; BROQUETAS, M.; VOLM, J. M. **The project benefits of building information modelling (BIM)**. International journal of project management, v. 31, n. 7, p. 971-980, 2013.
- CAREZZATO, G. G. et al. **Processos de gerenciamento de projetos BIM**. Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação da Construção, v. 1, 2017.
- CASTRO, T. A. L. de et al. **Realidade virtual e engenharia civil: detecção de interferências entre projetos de edificações em 3D**. 2004.

CORREIA, G. B. J. C. **Arquitetura e realidade virtual**. 2018, p. 45.

COSTA, H., 2011. **Comparativo software BIM**: Autocad, Sketchup, ArchiCAD, Revit, Vectorworks. Disponível em: <<http://www.engenium.net/8030/bim-autocad-sketchup-archicad-revit-vectorworks.html>> Acesso em: 25 jan. 2020.

DINIS, F.; MARTINS, J. P. **Desenvolvimento de interfaces de realidade virtual a partir de BIM e avaliação da sua aplicabilidade**. In: 1º congresso português de *building information modelling*, Guimarães. 2016, p.45-55.

DORNELAS, R. L. **A tecnologia BIM e o Gerenciamento da Integração**: uma proposta colaborativa. p. 5, 2013.

EARNSHAW, R. A. (Ed.). **Virtual reality systems**. Academic press, 2014, p. 4 -14.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Bookman Editora, 2014.

FAAS, D.; BAO, Q.; FREY, D. D.; YANG, M. C. **The influence of immersion and presence in early stage engineering desiging and building**. Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing, v .28, n. 2, p. 139-151, 2014.

FIALHO, A. B. **Realidade Virtual e Aumentada Tecnologias para Aplicações Profissionais**. Saraiva Educação SA, 2018.

FREEDBERG JR, S. J., 2018. **Virtual Training Will Save Real Army Lives**: Close Combat Task Force. Breaking Defense. Disponível em: <<https://breakingdefense.com/2018/09/virtual-training-will-save-real-army-lives-close-combat-task-force/>>Acesso em: 13 jul.2020.

GONÇALVES JR, F. G., 2018. **BIM: Tudo que você precisa saber sobre esta metodologia**. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>> Acesso em: 13 fev. 2020.

GRILO, L. et al. **Possibilidades de aplicação e limitações da realidade virtual na Arquitetura e na construção civil**. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização no Trabalho no Ambiente Construído, v. 2, 2001.

Hancock, D. Viewpoint: **Virtual Reality in Search of Middle Ground**, **IEEE Spectrum**, vol. 32, no. 1, Jan 1995, p. 68.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Realidade virtual e aumentada**: conceitos, projeto e aplicações. In: Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC. 2007. p. 2-292.

MALÍCIA, A. L. R. **Tecnologia em Movimento**: O uso do Simulador de Navegação de Voo como ferramenta de ensino no Estágio de Salto Livre conduzido pelo Centro De Instrução Paraquedista General Penha Brasil. Rio de Janeiro, 2015.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. São Paulo, v. 371, 2013.

NETO, J. M. **O processo de transformação do Exército Brasileiro: um estudo sobre os reflexos da era do conhecimento**. Coleção Meira Mattos: revista das ciências militares, n. 24, 2011.

NETTO, A. V.; MACHADO, L. S.; OLIVEIRA, M. C. F. **Realidade virtual-definições, dispositivos e aplicações**. Revista Eletrônica de Iniciação Científica - REIC. Ano II, v. 2, 2002, p. 23.

OLIVEIRA, L. C., 2018. **O que é a tecnologia BIM?**. Disponível em: <<https://realedados.com.br/o-que-e-a-tecnologia-bim/>> Acesso em: 09 fev. 2020.

OTAN. **Virtual Reality: State of Military Research and Applications in Member Countries**. RTO-TR-18, p.1-154, 2003.

O'NEILL, D. **Soluis Group Extends Virtual Reality Capabilities**. BIMireland.ie. an Irish Building Magazine resource in association with CitA, Irlanda, abr. 2014. Disponível em: <<http://www.bimireland.ie/2014/04/24/soluis-group-extends-virtual-reality-capabilities/#prettyPhoto>> Acesso em: 13 jun. 2020.

PENTEADO, S. **O mundo da quinta dimensão**, **Informática Exame**, pp. 55-60, n. 111, junho, 1995.

PIMENTEL, K.; TEIXEIRA, K. **“Virtual reality - through the new looking glass”**. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1995.

PMBOK. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**. Guia PMBOK®. Quarta Edição - EUA: Project Management Institute, 2008.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (USA). Um guia de conhecimento em gerenciamento de projetos: guia PMBOK. 4 ed. Pensilvânia. 2008.

PÓVOAS, R. R.; BASTOS, F. T. **Contributo dos modelos BIM para a exposição, representação e documentação da arquitetura**. 2016, p. 320-332.

RODRIGUES, G. P.; PORTO, C. M. **Realidade virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações**. Interfaces Científicas, v. 1, n. 3, 2013, p. 97-109.

SAMPAIO, A. Z.; HENRIQUES, P. G.; MARTINS, O. P. **Virtual reality technology used in civil engineering education**. The open virtual reality journal, v. 2, n. 1, 2010.

SANTOS, A. A. M. dos. **Virtualidades na comunicação das marcas: aplicações da realidade virtual, realidade aumentada e vídeo 360°**. 2018, p. 1-113. Tese de Doutorado.

SANTOS, P., 2018. **Realidade Virtual: o que é e como aplicar essa tecnologia no mercado**. Disponível em: <<https://inteligencia.rockcontent.com/realidade-virtual/>> Acesso em: 02 fev. 2020.

SHERMAN, W. R.; CRAIG, A. B. **Understanding virtual reality: Interface, application, and design**. Morgan Kaufmann, 2018.

SILVA, R.C.B. e. **Avaliação Multicritério da Utilização da Metodologia BIM na Diretoria de Projetos de Engenharia**. Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2019.

SOEIRO, A.; MARTINS, J. P. P. **Aplicações recentes no uso de BIM na Segurança na Construção**. In: PTBIM-1º Congresso português de Building Information Modelling. 2016, P. 419-425.

SOUZA, A. I. de. **As possibilidades de gestão da inovação na implementação da metodologia "building information model" no âmbito do departamento de engenharia e construção**. 2018.

THULER, D. F. et al. **Análise da implantação do BIM em uma construtora de grande porte voltada à habitação popular**. 2019.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. A. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Editora SBC, 2006, p. 1-412.

VINCE, J. **Virtual reality systems**. Pearson Education India, 1995.

VOLKSWAGEN. Volkswagen do Brasil. Tecnologia. **Inovações da Indústria 4.0**, <<https://www.vw.com.br/pt/volkswagen/tecnologia/inovacao/tecnologia.html>>. Acesso em: 18 de ago. de 2020.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, p. 129-149, 2009.

Apêndice A - Questionário da pesquisa de campo



Fonte: VIA, <https://via.ufsc.br/inovacao-na-construcao-civil-realidade-virtual/>

A UTILIZAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL COM A METODOLOGIA BIM EM PROJETOS DE ARQUITETURA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

A introdução do *Building Information Modeling* (BIM) na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção tem resultado em grandes mudanças na forma como o projeto é pensado, concebido e desenvolvido. A metodologia BIM vem ganhando espaço e se consolidando como uma ferramenta de inovação para todo o ciclo de vida da edificação.

O BIM tem facilitado a colaboração e a integração dos diferentes profissionais no desenvolvimento do projeto. Ao mesmo tempo, novas técnicas de visualização e representação vêm facilitando a compreensão do projeto e a comunicação com os envolvidos. Técnicas como a Realidade Virtual (RV) que está se difundindo na indústria da construção, juntamente à implementação do BIM.

A RV é uma tecnologia que desperta interesse para o setor por ser usada como ferramenta adicional na busca pela melhoria dos projetos, principalmente em um ambiente virtual imersivo, em que o usuário transita pelos espaços proporcionados pelo projeto, podendo interagir, dialogar e alterar certos parâmetros do mesmo.

O mercado para a RV está em expansão e a Engenharia Civil poderá usufruir de muitas das vantagens deste tipo de tecnologia.

Este questionário faz parte do TCC do MBA de Gestão de Projetos conduzido pela FACE/UnB, em parceria com o Escritório de Projetos do Exército (EPEX).

Quaisquer dúvidas podem ser retiradas por meio do e-mail <camargo.hamilton13@gmail.com>.

Este trabalho busca identificar, a possibilidade da utilização da Realidade Virtual Imersiva com a metodologia BIM utilizada nos projetos de arquitetura e engenharia do Exército Brasileiro.

As questões elencadas deverão ser respondidas baseadas na sua percepção e conhecimento da área de desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia

A respeito dos tópicos levantados, busque fundamentar-se na realidade da Instituição a qual pertence ou de outras correlatas.

O questionário foi organizado em duas partes, sendo uma primeira onde constam os dados de identificação dos respondentes e a segunda parte com os questionamentos específicos sobre o tema em questão.

Ao responder este questionário, de maneira voluntária, sem qualquer compensação financeira, o(a) Sr(a) declara que ficaram claros os propósitos do estudo, os procedimentos, as garantias de sigilo e a isenção de despesas.

Todos os registros são estritamente confidenciais e as participações serão anônimas.

O Sr(a) também autoriza o uso do material para a elaboração de relatórios e artigos.

Estima-se que o tempo necessário para responder este questionário seja de, aproximadamente, 10 Min.

Agradeço a sua colaboração.

Endereço de e-mail*

Endereço de e-mail válido

QUESTIONÁRIO

1ª PARTE

Esta parte refere-se às informações sobre a identificação dos respondentes deste questionário.

1. Qual seu nível de escolaridade?

- 1º grau
- 2º grau
- Graduação
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado

2. Qual sua formação?

- Estudante de Arquitetura
- Arquiteto
- Estudante de Engenharia
- Engenheiro de Fortificação e Construção
- Engenheiro Civil
- Engenheiro Eletricista
- Engenheiro Mecânico
- Técnico de Edificações
- Técnico em Eletricidade
- Desenhista

3. No que diz respeito à sua situação militar, o(a) Sr(a) se enquadra como:

- Militar da ativa
- Militar da reserva
- Civil

4. Sobre a sua experiência profissional com a metodologia BIM, em qual alternativa de tempo acumulado, contínuo ou não, o(a) Sr(a) se enquadra?

- 0 a 2 anos
- 2 a 5 anos
- 5 a 7 anos
- 7 a 10 anos
- Mais de 10 anos

5. Qual o seu nível de conhecimento técnico sobre a tecnologia de Realidade Virtual?

- Nenhum conhecimento
- Pouco conhecimento
- Médio conhecimento
- Elevado conhecimento

2ª PARTE

Esta parte tratará de suas percepções em relação às afirmações que serão apresentadas e que estão relacionadas ao tema referente à utilização da Realidade Virtual com a Metodologia BIM. Por favor, responda cada questão, de acordo com a sua percepção e grau de concordância em relação a cada uma delas.

6. Considerando a sua experiência no uso da metodologia BIM, o Sr(a) julga ser importante a utilização dessa metodologia com a Realidade Virtual Imersiva no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia?

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente
- Não sei responder

7. A realidade virtual imersiva permite ao usuário ver uma imagem virtual de um projeto, de uma forma mais realística do que um modelo 3D em um computador. Permite, ainda, navegar no interior do próprio projeto. O Sr(a) concorda que essa

tecnologia ajuda na identificação de possíveis problemas que só seriam visualizados na fase de execução?

- () Discordo totalmente
- () Discordo parcialmente
- () Concordo parcialmente
- () Concordo totalmente
- () Indiferente

8. O uso de sistemas de imersão, ou seja, de Realidade Virtual, “inserindo” o usuário no ambiente do projeto, facilita a visualização de uma construção. O Sr(a) concorda que essa tecnologia permite uma maior facilidade de comunicação entre as partes interessadas envolvidas no projeto?

- () Discordo totalmente
- () Discordo parcialmente
- () Indiferente
- () Concordo parcialmente
- () Concordo totalmente

9. Por meio de um modelo BIM é possível que o construtor verifique se as circunstâncias reais de construção são compatíveis com aquelas previstas no projeto. O Sr(a) concorda que o uso de ferramentas BIM aliadas à Realidade Virtual, aumentaria a aproximação e a interação entre projeto e execução?

- () Discordo totalmente
- () Discordo parcialmente
- () Indiferente
- () Concordo parcialmente
- () Concordo totalmente

10. Em todos os Programas Estratégicos da Força há necessidade de projetos de arquitetura e engenharia para o desencadeamento positivo de alguma parte do Programa. O Sr(a) acredita que a utilização da realidade virtual imersiva com a metodologia BIM seja aplicável no desenvolvimento de outros produtos do Exército Brasileiro?

- () Discordo totalmente

- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

11. O Sr(a) concorda que por meio da utilização da realidade virtual imersiva pode-se verificar com antecedência a usabilidade dos espaços em um projeto de construção civil?

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

12. O Sr(a) concorda que a aprovação de um projeto pode se dar mais rapidamente com a utilização da RV com a metodologia BIM?

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

13. O Sr(a) concorda que o uso da RV com o BIM pode trazer economia de tempo para o projeto?

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

14. O Sr(a) concorda que o uso da RV com o BIM pode trazer economia de custos para o projeto?

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

15. Qual o seu nível de interesse em utilizar a realidade virtual imersiva com a metodologia BIM no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia do EB?

- Nenhum interesse
- Médio Interesse
- Pouco Interesse
- Muito interesse

16. O Sr(a) estaria interessado a realizar um curso sobre a tecnologia de realidade virtual?

- Sim
- Não

Por quê?

17. O Sr(a) acredita que um aspecto que poderá retardar a utilização da RV no mundo BIM é o custo da tecnologia?

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Não estou seguro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

18. O Sr(a) Considera importante para a engenharia civil a introdução da aplicabilidade da realidade virtual nos bancos escolares?

- Discordo totalmente

-) Discordo parcialmente
-) Indiferente
-) Concordo parcialmente
-) Concordo totalmente

19. Anote aqui suas sugestões e esclarecimentos que por ventura deseje fazer sobre a utilização da RV com a metodologia BIM:
