



Thiago da Silva Gonçalves

**Realidade Virtual como ferramenta de apoio na
tomada de decisão no Combate em Ambientes
Confinados**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Informática da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Alberto Barbosa Raposo

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2022



Thiago da Silva Gonçalves

**Realidade Virtual como ferramenta de apoio na
tomada de decisão no Combate em Ambientes
Confinados**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Informática da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo.

Prof. Alberto Barbosa Raposo

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Bruno Feijó

Departamento de Informática – PUC-Rio

Profª. Simone Diniz Junqueira Barbosa

Departamento de Informática – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 24 de Fevereiro de 2022

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Thiago da Silva Gonçalves

Graduado em Ciências Navais pela Escola Naval, Marinha do Brasil.

Ficha Catalográfica

S. Gonçalves, Thiago

Realidade Virtual como ferramenta de apoio na tomada de decisão no Combate em Ambientes Confinados / Thiago da Silva Gonçalves; orientador: Alberto Barbosa Raposo. – Rio de Janeiro: PUC-Rio, Departamento de Informática, 2022.

v., 73 f: il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui bibliografia

1. Informática – Teses. 2. Ambiente Virtual;. 3. Treinamento Militar;. 4. Simulação;. I. Barbosa Raposo, Alberto. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

A minha família, a razão de hoje estar aqui.

Agradecimentos

A minha esposa Michelle Gonçalves Marques Pacheco, por todo apoio, permitindo com que minha dedicação fosse exclusiva para os estudos.

Ao meu Professor Orientador, Alberto Barbosa Raposo, e Oficial Orientador dentro do Corpo de Fuzileiros Navais, Raphael de Souza e Almeida, pelo apoio incondicional, principalmente nos momentos de dificuldades o que possibilitou o cumprimento do objetivo.

À Marinha do Brasil, ao Corpo de Fuzileiros Navais, ao Instituto TecGraf e à PUC-Rio, pelo suporte e todo apoio prestado, sem os quais este projeto nunca poderia ter sido concluído.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Resumo

S. Gonçalves, Thiago; Barbosa Raposo, Alberto. **Realidade Virtual como ferramenta de apoio na tomada de decisão no Combate em Ambientes Confinados**. Rio de Janeiro, 2022. 73p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Os combates modernos acontecem cada vez mais dentro das cidades, muitas vezes dentro de casa, becos, galpões, em ambientes com um espaço restrito onde tudo acontece de maneira muito rápida e com adversários que não são fáceis de serem identificados. Em uma situação dessa, a identificação positiva do alvo se torna imprescindível para que o soldado possa decidir da maneira correta se deve ou não atirar no que ele está vendo. Esse é um dos desafios que o Corpo de Fuzileiros Navais enfrenta: preparar seu soldado para nova realidade de maneira segura e com baixos custos. Por esse motivo a Realidade Virtual pode ser uma solução plausível para esse problema, preparar o militar no seu processo decisório e de maneira eficiente para uma situação de combate em ambiente confinado. O presente trabalho foi baseado em dois ambientes virtuais, o primeiro é uma sala de treinamento e o segundo, uma situação de combate em ambiente confinado (CQB - Close Quarters Battle). Em ambas as situações, 8 instruendos foram avaliados por 4 instrutores, onde obtivemos resultados positivos referentes a possibilidade do emprego do sistema no adestramento de CQB para o ensino da identificação positiva do alvo, além de propostas de estudos futuros.

Palavras-chave

Ambiente Virtual; Treinamento Militar; Simulação;

Abstract

S. Gonçalves, Thiago; Barbosa Raposo, Alberto (Advisor). **Virtual Reality as a tool to support decision making in close quarters battle**. Rio de Janeiro, 2022. 73p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Modern combat increasingly takes place inside cities, often indoors, alleys, sheds, in environments with a restricted space where everything happens very quickly and with opponents that are not easy to identify. In such a situation, positive identification of the target becomes essential so that the soldier can correctly decide whether or not to shoot what s/he is seeing. This is one of the challenges that the Marine Corps faces: to prepare the soldier for a new reality in a safe and low-cost way. For this reason, Virtual Reality can be a plausible solution to this problem, preparing the military in its decision-making process and efficiently for a combat situation in a confined environment. The present work was based on two virtual environments, the first one is a training room, and the second a Close Quarters Battle (CQB). In both situations, 8 trainees were evaluated by 4 instructors, where we obtained positive results regarding the possibility of use of the system in CQB training to teach positive target identification, in addition to proposals for future studies.

Keywords

Virtual Environment; Military Training; Simulation;

Sumário

1	Introdução	13
1.1	Problema e Questão de Pesquisa	14
1.2	Objetivo e Questões de Pesquisa	14
1.3	Relevância Teórica e Prática	14
2	Referencial teórico	16
2.1	Combates Modernos e sua Preparação	16
2.2	Close Quarters Battle (CQB)	16
2.3	Treinamento Cognitivo / OODA	17
2.4	Ambiente Virtual e suas realidades	19
2.5	Cybersickness e a experiência do usuário	20
3	Simulador CQB	24
3.1	Processo de criação da ferramenta	25
3.2	Ambientes de Simulação	26
3.3	Ferramentas	31
4	Metodologia	35
4.1	Participantes	35
4.2	Coleta de Dados	38
5	Resultados e Análises	43
5.1	Análise da Ferramenta pelos Instrutores	43
5.2	Análise da Ferramenta pelos Instruendos	46
5.3	Sintomas de Cybersickness	50
5.4	Nível de Desempenho Individual	50
5.5	Respostas às Questões	58
6	Conclusões e trabalhos futuros	62
7	Referências bibliográficas	64
8	Anexos	67
8.1	Anexo A - Perfil do Voluntarios - Instrutor	67
8.2	Anexo B - Perfil do Voluntarios - Instruendo	68
8.3	Anexo C - Avaliação da Ferramenta - Instrutor	69
8.4	Anexo D - Avaliação da Ferramenta - Instruendo	70
8.5	Anexo E - Modelo de Avaliação do Instrutor no Ambiente Entrada em Compartimento	71
8.6	Anexo E - Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)	72
8.7	Anexo F - Perguntas Entrevista	73

Lista de símbolos

CFN – Corpo de Fuzileiros Navais

OODA – Observação, Orientação, Decisão e Ação

HMD - *Head-mounted display*

Lista de figuras

Figura 2.4 Realidade Mista

Figura 3.2 Antes e Depois Ambientes

Figura 3.2.1.1 Linha de Tiro 1

Figura 3.2.1.2 Linha de Tiro 2

Figura 3.2.1.3 Linha de Tiro 3

Figura 3.2.2.1 NPC Primeiro Compartimento

Figura 3.2.2.2 NPC Segundo Compartimento

Figura 3.2.2.3 NPC Terceiro Compartimento

Figura 3.3.2.1 Imagem Tablet

Figura 3.3.2.2 Imagem da Impressão 3D

Figura 5.3 Grafico Resultado SSQ

Figura 5.4.1 Local onde está o botão com a função "pegar" do controle

Figura 5.4.1.1 Resultados Linha de Tiro 3 - Erros

Figura 5.4.1.2 Resultados Linha de Tiro 3 - Acertos

Figura 5.4.2 Representação Cone da Morte

Figura 5.4.2 Procedimento Tomada de Ângulo

Lista de tabelas

Tabela 3.3.1 Tabela comparativa HMD

Tabela 4.1.1 Resultado Perfil Instrutores

Tabela 4.1.2 Resultado Perfil Instrutores

Tabela 5.1 Resultado Avaliação Equipamento Instrutores

Tabela 5.2 Resultado Avaliação Equipamento Instruendos

Tabela 5.4.1 Resultados Linha de tiro 3

Tabela 5.4.1.3 Comparação resultados

Tabela 5.4.1.3 Comentarios Relacionados

Tabela 5.4.2 Resultado Entrada em Compartimento

Respondeu Jesus: " 'Ame o Senhor, o seu Deus de todo o seu coração, de toda a sua alma e de todo o seu entendimento'. Este é o primeiro e maior mandamento. E o segundo é semelhante a ele: 'Ame o seu próximo como a si mesmo', *Mateus 22:37-39*.

1

Introdução

A realidade virtual é uma tecnologia que possui grande utilidade em diversas áreas do conhecimento, em específico no ramo do treinamento militar. Temos, por exemplo, os já consagrados simuladores de voo. Esse tipo de ferramenta possibilita aos seus usuários a manutenção do seu nível de treinamento com custos mais baixos do que usar uma aeronave, além de proporcionar uma maior segurança [12].

Quando olhamos como está a pesquisa e desenvolvimento da realidade virtual voltada para a área militar, encontramos diversos níveis de realizações pelo mundo. Como exemplo, tem-se os EUA, que é o país que mais investe em defesa no mundo, com um orçamento maior que 700 bilhões de dólares para 2022 [9], que destacou que o domínio da realidade virtual é uma tecnologia fundamental que garantirá o domínio da força Americana no século XXI [13].

Apesar de promissora, o uso da realidade virtual no treinamento militar ainda não abrange todas as habilidades necessárias para manter o nível de prontidão de um soldado, principalmente no que diz respeito ao treinamento físico. Porém, o ganho que a realidade virtual traz no condicionamento cognitivo é bastante relevante, pois o esforço mental exigido de um soldado treinando em realidade virtual não é inferior ao realizado em treinamento no mundo real [24]. Explorar maneiras de aprimorar o condicionamento intelectual dos militares é uma das formas que o Corpo de Fuzileiros Navais (CFN) tem para fazer com que seus militares respondam a novas situações de maneira rápida e eficiente, pois o cenário do combate moderno é dinâmico e está sempre evoluindo.

Observando esse novo cenário, temos as ações que as Forças Armadas realizam e que cada vez mais acontecem dentro das cidades, bem como os combates que acontecem em ambientes restritos e que podem evoluir para combates em ambientes confinados (*Close Quarter Battle* - CQB). Esse tipo de combate possui grande potencial de danos colaterais, pois muitas vezes a força adversa fica dentro das cidades se escondendo no meio da população ou a fazendo de escudo [16]. Esse tipo de situação aumenta o nível de complexidade do combate, pois o soldado moderno mais do que nunca precisa estar preparado intelectualmente, pois ações erradas podem ganhar uma repercussão tamanha que venha a impedir o desenvolvimento da missão.

1.1

Problema e Questão de Pesquisa

Não diferente das demais Forças Armadas ao redor do mundo, a Marinha do Brasil, representada pelo CFN, também vem se deparando com situações onde esse novo cenário de combate pode ser uma realidade. Olhando um breve histórico do emprego do CFN nos últimos anos, temos o emprego de tropas em missão de Paz, em operação de Garantia da Lei e da ordem, e segurança de grandes eventos como Olimpíadas e Copa do Mundo.

Com essa nova realidade o CFN iniciou os adestramentos de CQB dentro do corpo nas preparações para as missões de paz. Contudo, ainda é algo incipiente; erros como confundir uma furadeira com uma pistola, um guarda-chuva com um fuzil, ou mesmo uma faixa de camisa com a bandoleira de um armamento não são incomuns.

Sendo assim, os militares precisam ser adestrados de maneira eficiente, com segurança e baixos custos, e que os auxilie em suas decisões, principalmente em situações de CQB, onde tudo acontece de maneira muito rápida.

1.2

Objetivo e Questões de Pesquisa

Esta pesquisa tem como objetivo verificar a Realidade Virtual como ferramenta de apoio na tomada de decisão no Combate em Ambientes Confinados.

Os objetivos específicos são:

- Desenvolver a simulação de um cenário de CQB que possa ser usado para o ensino;
- Identificar se a simulação pretendida pode ser feita buscando evitar desconforto; e
- Verificar se a realidade virtual pode preparar o militar para a tomada de decisão.

1.3

Relevância Teórica e Prática

O uso da Realidade Virtual é um campo que possui crescente número de estudos teóricos e empíricos em diversas áreas do conhecimento, contudo, quando observamos os trabalhos sobre o assunto voltados para elementos de combate, os estudos ainda são incipientes. Dessa forma, o presente estudo busca trazer contribuições para a literatura de realidade virtual voltada para elementos de primeiro escalão (frente de combate), trazendo a sua decisão em uma situação de CQB como o principal objetivo de pesquisa.

Além disso, o estudo busca trazer contribuições para o campo prático de forma a apresentar uma ferramenta que possa contribuir com os adestramentos e otimizar o aprendizado dos militares na identificação positiva do alvo, o que é fundamental para sua tomada de decisão durante uma situação de CQB.

Para isso foram criados 2 ambientes virtuais, uma sala de treinamento e uma de entrada em compartimento, sob orientações dos instrutores de CQB do Batalhão. Testamos a ferramenta com 12 usuários, sendo 4 instrutores e 8 instruendos. Os resultados sugerem que utilizar a simulação traz ganhos para os instruendos e facilita o desenvolvimento da identificação positiva do alvo.

O próximo capítulo trará o referencial teórico que será a base desse trabalho. O capítulo que se segue apresenta os trabalhos relacionados com este estudo. Em seguida, descrevemos o simulador proposto. O capítulo seguinte detalha o processo de avaliação do simulador, incluindo os participantes, procedimento e método de avaliação. Os resultados encontrados são apresentados no capítulo adiante. Posteriormente, apresentamos a discussão de nosso estudo e as conclusões finais.

2

Referencial teórico

2.1

Combates Modernos e sua Preparação

Neste capítulo iremos apresentar uma breve definição de *Close Quarters Battle* (CQB) e sua importância para os combates armados da atualidade, contextualizando o leitor com os novos cenários que as Forças Armadas encontram durante o cumprimento de suas tarefas. No tópico seguinte explico o que é o ciclo OODA e sua relevância para os adestramentos militares, principalmente o de CQB e como um Ambiente virtual pode ajudar nesse treinamento.

2.2

Close Quarters Battle (CQB)

Como o próprio nome já explica, CQB é o combate que acontece a curta distância. Alguns colocam uma distância mínima entre os combatentes para classificar o combate como uma experiência de CQB, outros preferem adotar como parâmetro o local, nomeando os combates que ocorrem em ambientes confinados como CQB. Tirando divergências, o consenso mostra que o CQB acontece pontualmente em vários momentos durante um conflito e que vem se intensificado cada vez mais com a crescente dos conflitos armados nas cidades.

As lutas nas cidades não são uma inovação do combate moderno. Esse tipo de situação aconteceu nas guerras do passado. Porém, existem grandes diferenças em relação ao que acontece hoje: em primeiro lugar, os exércitos usados no passado usavam um grande número de homens e hoje temos exércitos bem menores. Outro ponto importante é a identificação do oponente, que no passado usava uniforme e hoje frequentemente não o usa. As táticas empregadas também mudaram, no passado, aproveitando a superioridade numérica, eram feitos cercos nas cidades, onde ocorriam a maior parte dos combates, e depois a tomada da cidade. Hoje, a força adversária permite que o adversário entre na cidade e a degrada com o tempo. Um exemplo histórico é a Batalha de Grozny [26].

Como a realidade das Forças Armadas é enfrentar seu opositor muitas vezes em meio urbano, o treinamento do CQB torna-se indispensável. No entanto, coletar dados sobre este tipo de combate não é uma tarefa muito fácil, pois muitas vezes é difícil obter um relatório preciso, confiável e representativo

dos eventos muitas vezes confusos e caóticos que acontecem em uma ação de entrada. Portanto, os dados que se apresentam baseiam-se nos comentários de militares que vivenciaram esse tipo de situação e nas estatísticas de perdas durante a ação [16].

Como esse banco de dados é muitas vezes constituído pela experiência de militares que vivenciaram esse tipo de combate, o treinamento acaba não sendo muito padronizado. Sendo assim, o que temos em comum quando falamos em CQB, é a importância do domínio das técnicas, como a de entrada e aproximação de um compartimento, precisão no disparo e combate pessoal. O domínio dessas técnicas aumenta as chances de sobrevivência quando o combatente se depara com uma situação de CQB [16].

Com base nessas informações e buscando manter um alto nível de prontidão, as Forças Armadas Brasileiras, visando cumprir seus deveres constitucionais de defesa da pátria, preparam seus militares para o emprego em ambientes urbanos, os capacitando com técnicas de CQB. O objetivo é prontificar suas tropas para um possível emprego nesse novo ambiente que é extremamente complexo e suscetível a danos colaterais, o que não é aceitável.

2.3

Treinamento Cognitivo / OODA

O treinamento cognitivo e o ciclo de observação, orientação, decisão e ação (OODA) estão intimamente relacionados quando abordamos o combate. Quando tentamos compreender as palavras que compõem o ciclo OODA, observar, orientar, decidir e agir, vemos uma possível sequência lógica do pensamento de uma pessoa para tomar uma decisão. Como um exemplo, apresento um cenário fictício, porém não muito distante da realidade que vivemos. Durante uma blitz, militares escutam pelo seu rádio que um veículo sedan na cor prata estava sendo usado por assaltantes que acabaram de efetuar um assalto. Momentos depois eles se deparam com um veículo parecido se aproximando da blitz. Um dos militares do local pede para o carro parar. O motorista para repentinamente e outro componente da equipe se assusta, o motorista também se assusta, acaba realizando um movimento brusco que leva esse militar a decidir por efetuar disparos contra esse motorista. Nessa breve história, o militar que efetua o disparo observa o motorista, porém não orienta sua atenção para o que poderia gerar algum perigo para ele ou para a equipe, objeto nas mãos do motorista, se concentra no movimento brusco e assim toma uma decisão errada e acaba realizando a ação do disparo. Essa foi uma breve explicação de como seria o desenvolvimento do ciclo OODA durante uma ação de disparo. A seguir, um pouco da história da criação do ciclo OODA vai trazer

um melhor entendimento sobre ele.

Na década de 1980, o coronel John Boyd, piloto de caça da reserva da Força Aérea Americana, durante um estudo de caso, apresentou uma resposta diferente sobre o combate aéreo durante a guerra da Coréia. O estudo foi sobre “Como é que vencemos, se as aeronaves dos adversários eram melhores que as nossas?”[6].

O coronel explicou, em sua resposta, que os caças Coreanos eram superiores aos Americanos em muitos pontos, porém, dois fatores fundamentais fizeram com que a história do combate aéreo tomasse um rumo diferente do que era esperado na época. Primeiro, a visão do cockpit que o caça americano proporcionava aos seus pilotos era melhor do que a dos caças coreanos e o segundo era a resposta do manche das aeronaves americanas que possuíam um tempo de reação menor que a dos caças coreanos, proporcionando que os comandos dos pilotos americanos fossem mais rápidos. Essas vantagens pontuais permitiam que os pilotos observassem e agissem mais rápido que seus oponentes em um ciclo contínuo dessas ações, com isso, os pilotos adversários acabavam paralisados pensando na ação que iriam realizar e aquele era o momento em que sofriam o ataque.

Assim, Boyd criou o ciclo OODA, que é um ciclo de observação - orientação - decisão - ação. Em sua teoria, a tomada de decisão ocorre em um ciclo recorrente de observação-orientação-decisão-ação. Assim sendo, aquele que puder desenvolver esse ciclo de maneira mais rápida que seu adversário, vai ganhar uma vantagem durante o combate que pode ser explorada visando trazer uma vitória durante o evento [6].

Tendo em mente os dois conceitos acima, como seria a relação deles com o treino cognitivo? Quando falamos em treinamento cognitivo, entramos em um campo que ganhou muito com o advento da realidade virtual, pois em um ambiente virtual não há limitações para sua aplicabilidade quando comparado ao mundo real, além do fato do nível de segurança do ambiente virtual ser muito maior do que o do ambiente real. Então, entender um conceito, aprender procedimentos ou fazer uma atividade lúdica são algumas das possibilidades que o treinamento em um Ambiente Virtual traz hoje [28]. Os treinos em Ambiente Virtual têm aplicações multidisciplinares e, quando olhamos para o campo da educação, vemos que setores como militarismo, medicina, aeronáutica, engenharia, entre outros, podem aproveitar muito o desenvolvimento prático dessa tecnologia [12]. Explorar virtualmente cenas que na realidade não seriam possíveis incentiva o usuário a entender e memorizar melhor o conteúdo apresentado [10].

Assim, ao buscar estudos sobre ganhos cognitivos, podemos encontrar

muito material na área da medicina. Nesta área do conhecimento, a estimulação cognitiva que a realidade virtual pode proporcionar é uma estratégia fundamental para ajudar a reabilitar capacidades mentais e funções executivas como memória, atenção, aprendizagem contextual e velocidade de processamento das informações [28] e é neste último ponto que encontramos a resposta para a pergunta que inicia o parágrafo anterior. Assim, durante um adestramento em um Ambiente Virtual, podemos atuar na velocidade de processamento de informações e proporcionar ao militar uma maneira de treinar a identificação positiva (processo entre as fases observar e decidir), permitindo ao militar completar seu ciclo mais rápido que seu adversário e assim obter uma vantagem no momento do combate.

2.4

Ambiente Virtual e suas realidades

Quando falamos em ambiente virtual, estamos entrando em um campo muito rico e com possibilidades praticamente ilimitadas. Para o presente trabalho, alguns importantes conceitos devem ser entendidos de modo a facilitar a compreensão do que será apresentado. Neste primeiro momento apresento algumas breves definições de realidade virtual, realidade aumentada e realidade mista.

- Realidade Virtual (RV) - a realidade virtual é um ambiente artificial criado com a combinação de hardware e software que fornece ao usuário uma realidade alternativa que é recebida por ele através de seus olhos [12]. Uma das grandes vantagens do mundo virtual é que ele é tão interativo quanto o desenvolvedor o torna, o que proporciona aos usuários uma experiência imersiva única e inovadora nesse espaço [5]. Esse tipo de experiência geralmente ocorre com a estimulação de dois de seus sentidos, a visão e a audição .

- Realidade Aumentada (RA) - não é muito diferente da realidade virtual. Uma das principais diferenças é que a RA envolve a projeção de elementos feitos por computação gráfica no mundo real [5]. Este processo pode ser feito de maneira monocular ou binocular. Os óculos de realidade aumentada costumam ser translúcidos, para que a imagem ampliada seja projetada naquele espelho e assim dar a ideia de que está no mundo real [5]. Uma distinção simples entre realidade aumentada e realidade virtual é que a primeira apresenta elementos virtuais no mundo real e a segunda está em um mundo completamente virtual.

- Realidade mista - com o advento da tecnologia, essa fronteira que existia entre a realidade aumentada e a realidade virtual tornou-se cada vez mais estreita (figura 2.4). Hoje em dia contamos com um *head mounted display*

(HMD) que permitem aos seus usuários desfrutar de um ambiente virtual e ainda interagir com elementos do mundo real. Esse tipo de realidade que temos as características das duas realidades citadas acima é chamado de realidade mista [5].

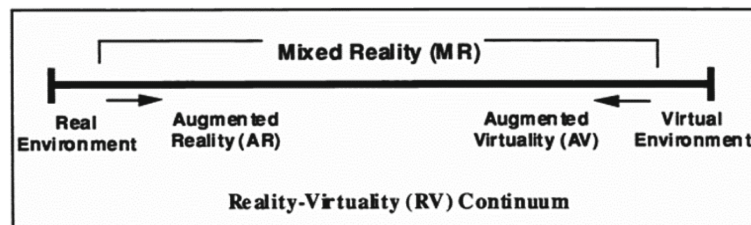


Figura 2.4 Realidade Mista [17]

Com o entendimento do que é um Ambiente virtual o próximo passo é entender quais são suas peculiaridades e qual é a melhor maneira de desenvolver uma simulação nele. Sendo assim, evitar problemas que tragam desconforto ao usuário, tais como cybersickness, facilita o desenvolvimento do adestramento nesse espaço.

2.5

Cybersickness e a experiência do usuário

Como o foco do trabalho se passa em um Ambiente Virtual através do HMD para reproduzir uma situação em que seja necessário o uso de técnicas de CQB, não poderia deixar de observar os problemas que o uso do HMD pode causar. Quando falamos desses problemas, entramos em um mundo que ainda é pouco explorado, contudo, com o crescente advento da tecnologia e a evolução dos HMD, o tema vem ganhando importância. Porém, apesar dessas evoluções, ainda existe uma carência de trabalhos dedicados exclusivamente ao tema.

Em busca de pesquisas voltadas para a área de cybersickness, temos os estudos feitos por Davis [7] em duas versões antigas de HMD feitas pelos Oculus DK1 e DK2. O teste continha situações que levariam o usuário a sentir desconforto durante o uso do HMD. Para este experimento, Davis colocou 30 jogadores para experimentar dois cenários diferentes, cenários que reproduziam uma experiência de montanha-russa. Nesse experimento, ele concluiu que, quanto mais realista e complexo é o cenário, maior foi o nível de desconforto do usuário.

Outro exemplo que podemos observar é o caso da internação de 36 alunos em 2003 após assistir a um filme no auditório de sua escola. Um dos possíveis fatores que levaram ao caso é que a câmera que projetava o filme tremia e os alunos que o apresentavam desconforto foram aqueles que estavam sentados

mais próximos da tela [5]. Isso levantou a questão de que, quanto maior o campo de visão de um Ambiente Virtual, maior o risco de desconforto se os detalhes da apresentação deste ambiente não forem bem trabalhados.

Em seu trabalho, Rhee [3] fala do avanço da tecnologia de hardware no desenvolvimento dos HMD e o quão imersivos são esses equipamentos, porém coloca os problemas do foco visual e vergência em monitores estereoscópicos como um dos problemas que esses HMD podem causar. Em seu experimento com 20 participantes, com faixa etária de 18 a 50 anos, ele concluiu que desfocar os objetos que não estão sendo o foco da observação do jogador traz um conforto visual consideravelmente maior, comparado à situação em que não é feito esse desfoque. Assim, deve-se ter cuidado ao trabalhar com cenários que tenham muita profundidade, pois caso não exista um desfoque, o usuário pode experimentar algum tipo de desconforto visual [21].

Já Tan [25] aborda em seu experimento feito com 10 participantes os sintomas que os voluntários teriam ao jogar um jogo de tiro usando um HMD e em Desktop. Em suas conclusões, observou que a maioria dos participantes sentiu um nível maior de desconforto enquanto jogava usando o HMD.

Toda a explicação anterior é para demonstrar o quão complicado é trabalhar com ambientes virtuais: qualquer desequilíbrio neste cenário, seja por ser muito realista, por não ter uma boa precisão nos focos, ou vários outros motivos podem causar desconforto ao usuário e conseqüentemente uma má experiência na simulação. Como o objetivo é utilizar essa inovação como ferramenta de treinamento, uma boa experiência por parte do usuário torna-se imprescindível, para isso é necessário entender como a cybersickness pode ocorrer e, assim, buscar a melhor forma de reduzir seus efeitos.

2.5.1

Principais Fatores de Desconforto

O desconforto que os HMD podem causar decorre de vários fatores [21]. Esses desconfortos podem se apresentar de maneiras diversas e seus efeitos são diferentes dependendo dos atributos individuais, como sexo, idade e experiência com RV [22].

De acordo com a literatura atual, inúmeros fatores podem contribuir para a geração de cybersickness, porém podem ser resolvidos por meio do desenvolvimento de software e/ou hardware, tais como [5, 21]:

- Aceleração - Quando temos uma aceleração em um ambiente virtual que é feita no sentido da visão que não é acompanhada de estímulos nos outros sentidos, temos uma grande chance de causar desconforto aos usuários. Por outro lado, menos movimentos de aceleração geram uma experiência mais

confortável [21]. Esses conflitos sensoriais causam disparidades no cérebro, no que vemos e no que deveríamos sentir. O verdadeiro problema que temos nesta área é o abrandamento, a aceleração constante e a duração desta mudança, quanto mais rápida e mais próxima do imperceptível à nossa visão, melhor [22]. A aceleração instantânea se aproxima da ideia de teletransporte, o que traz algum conforto para nosso entendimento do deslocamento, mas um movimento mais lento tem grandes chances de causar desconforto em muitas pessoas. [22].

- Tempo de simulação - a duração com que uma simulação é realizada é um fator que pode gerar cybersickness: pois quanto maior a duração da experiência em um ambiente virtual, maior a chance de o usuário apresentar algum sintoma de cybersickness. Em seu trabalho, Chen [5] apresenta três estudos. Um primeiro estudo constatou que 61% dos participantes queixaram-se de sintomas de cyber-náusea com 20 minutos de experimento e 5% não completaram a experiência por apresentar os sintomas de forma mais grave. Um segundo estudo aumentou o tempo de exposição para 30 min, o que aumentou o número de usuários que apresentaram sintomas de cybersickness. O terceiro estudo foi feito sobre o retardo da imagem, percebeu-se que quanto maior a duração dessa exposição, maior o número de participantes que apresentavam sintomas de cybersickness. Apesar dos estudos citados acima, não há consenso sobre o tempo de exposição no ambiente virtual e cybersickness, porém há consenso de que uma longa exposição costuma causar aumento dos sintomas de cybersickness [21].

- Campo de visão - esta é outra área que também não tem consenso na literatura. Com o advento do HMD, tornou-se mais fácil trazer experiências de realidade virtual para usuários comuns; porém, como HMD são telas que ficam muito perto dos olhos dos usuários, começamos a ter problemas com o campo de visão. No princípio, havia uma tendência de ampliar este campo de visão, porém, quando o campo de visão foi aumentado, a instabilidade postural também aumentou, o que causou cybersickness [5]. A redução do campo de visão da tela pode reduzir os efeitos do cybersickness; no entanto, também teremos menos imersão por parte do usuário [21]. O quanto um display deve ser reduzido em um jogo para que não cause sintomas de cybersickness e ainda permita uma boa imersão por parte do usuário é algo que ainda não se sabe. Existem ainda outras correntes que dizem que a redução do campo de visão não impede os sistemas de cybersickness; porém, na indústria de games, os jogos que lidaram com esse problema e optaram pela redução da tela no campo de visão do usuário foram os jogos que tiveram mais sucesso entre os jogadores.

- Movimentos básicos - Quando se trata de simulações em ambiente virtual utilizando HMD, o estilo de jogo geralmente é na primeira pessoa; algo

diferente pode trazer algum desconforto. Portanto, é importante que o avatar virtual tente replicar os movimentos que o jogador está fazendo o máximo possível e evitar movimentos que o jogador não está fazendo [22]. Rastrear todos os movimentos torna-se um problema complexo, pois eles exigiriam câmeras ou rastreadores para capturar o movimento e replicar no jogo. No entanto, com os novos HMD, a questão de capturar o movimento da mão e a referência de altura são nativamente feitas por esses dispositivos, que em sua maioria permitem os 6DoF (*Six degrees of freedom*), possibilitando assim uma experiência mais confortável para o jogador.

- Equilíbrio - Como qualquer outro animal, o ser humano possui um conjunto de órgãos que compõem um sistema responsável pelo equilíbrio / orientação no espaço de seu corpo [1]. O sistema vestibular é encontrado em nossos ouvidos e é composto por pequenos órgãos que juntos passam nosso equilíbrio para o cérebro [1]. Porém, nada no corpo humano funciona de forma isolada e é aí que surge um dos problemas que o uso específico do HMD pode causar, gerando uma sensação de desconforto. Em um estudo usando um HTC Vive, as seguintes comparações foram feitas: a primeira em que o participante estaria em uma posição ligeiramente desequilibrada, mas com os olhos abertos; um segundo em que repetia a posição, mas agora com os olhos fechados, e um terceiro, repetindo a mesma posição feita anteriormente, apenas usando um HMD, que apresentava um ambiente virtual. Os resultados mostraram que o pior equilíbrio foi constante quando os voluntários utilizavam o HMD, seguido do momento em que estavam com os olhos fechados, e o melhor equilíbrio foi identificado na experiência em que os participantes estavam com os olhos abertos [14]. Evitar cenas que possam gerar tal situação é, por enquanto, uma das melhores soluções para este tipo de problema.

- Latência - As gerações anteriores de HMD sofriam com um serio problema de latencia [22], assim é importante garantir que os jogos em RV não possuam *delay*. Um dos principais fatores que causam latência são o processamento de elementos graficos complexos, eles causam uma queda na taxa de quadros e consequentemente atrasos no desenvolvimento normal do jogo[21]. O uso da nova geração de HMD e cuidados com a complexidade dos gráficos utilizados nos jogos são os principais fatores que devem ser observados para a criação de um jogo em RV que possa diminuir os problemas com latência[21].

3

Simulador CQB

O jogo proposto foi inspirado em outros dois jogos de grande repercussão no ambiente de RV, um de first person shooter (FPS) e outro no estilo Battle Royale¹. O primeiro deles é o Onward [19], estilo FPS, de onde foram retiradas as ideias da sala de treinamento e construção do cenário. O segundo é o Population: One [20], jogo estilo Battle Royale, que foi a inspiração para o uso de gráficos não realistas.

Apesar de os jogos acima apresentarem algumas ferramentas que poderiam ser utilizadas durante a simulação, na fase da coleta de dados, pontos cruciais não seriam tão abrangidos por esses jogos. Como a necessidade é muito específica, se fez necessário criar um cenário que contemplasse tais peculiaridades. Dentre essas peculiaridades, temos: o intervalo de tempo de reação do NPC e sua respectiva identificação como uma possível ameaça ou não, o que é algo bem característico do adestramento do CQB; e a identificação positiva do alvo, que nada mais é do que parte do processo lógico do ciclo OODA, que começa na fase da observação e é concluída na fase da decisão.

A plataforma desenvolvida apresenta dois cenários. O primeiro é um campo de treinamento onde, nas duas primeiras linhas de tiro, o jogador pode se adaptar ao material que está sendo utilizado na simulação (HMD e armamento); e uma terceira linha de tiro, que verifica sua resposta na identificação positiva dos alvos. O segundo cenário consiste em uma residência com três compartimentos, onde em cada ambiente existe um NPC que executa uma reação brusca ao entrar em contato com o jogador, visando verificar se o jogador realmente está seguindo o ciclo OODA e identificando o alvo ou somente reagindo. Para essa avaliação o instrutor possui um tablet através do qual pode gravar e observar tudo que o jogador está fazendo no ambiente Virtual.

Para a criação da aplicação foi utilizada a linguagem de programação C#, bem como a plataforma Unity [27] e o Microsoft Visual Studio [29].

O presente capítulo está dividido em 3 seções, sendo a primeira responsável por apresentar o processo que levou à criação da nossa simulação. Essa seção vai explicar como funcionam os adestramentos convencionais, qual seria o estado final desejado e os requisitos necessários para atingi-lo. Na seção se-

¹O funcionamento do *Battle Royale* consiste em unir um grande grupo de jogadores que ficam confinados em um mesmo espaço e precisam ir em busca de equipamentos e de armas, com somente um jogador ou uma equipe saindo como sobrevivente e, consequentemente, vencedora da partida.

guinte, será mostrado como foi o processo de criação da simulação, seu projeto inicial e o estado final, os requisitos da sala de treinamento e a progressão das pistas para ajudar no controle do armamento e o ultimo ambiente com cada NPC reagindo de maneira diferente de modo a elevar o grau de dificuldade da identificação positiva do alvo durante o progresso nos compartimentos. Por último, apresentaremos as ferramentas que fazem parte do sistema.

3.1

Processo de criação da ferramenta

Para desenvolver a solução proposta, buscamos entender como funciona a tomada de decisão em uma situação de CQB e quais são os adestramentos que buscam aprimorar esse processo cognitivo nos militares do CFN. A seguir explicamos a Metodologia convencional adotada.

3.1.1

Metodologia Convencional

Para explicar como funciona o adestramento que tem por objetivo aprimorar a tomada de decisão em CQB é necessário entender o caminho e adestramentos que levam a esse ponto. Como primeiro ponto, a formação base dos adestramentos antes da entrada do CFN na MINUSTAH (Missão das Nações Unidas para a estabilização no Haiti) era voltada para um combate clássico, no qual o militar sabe quem é o seu adversário. Com o início da MINUSTAH, o CFN precisou se reformular, pois agora a força adversa não necessariamente é uma força e sim um grupo armado que está misturado à população local.

Os possíveis confrontos, que antes aconteciam em campos abertos, nessa missão poderiam ocorrer nos conglomerados urbanos com a presença da população. Visando preparar os militares para essa realidade, o CFN começou a adestrar seus militares com técnicas de combate em ambiente urbano vindas da experiência americana nesse tipo de conflito. Como o conflito em um ambiente urbano é algo muito dinâmico, o emprego das técnicas não funciona de maneira isolada, mas sim com um conjunto.

O CQB é parte desse conjunto de técnicas e é dentro dele que o militar passa a conhecer as maneiras de melhor identificar o que é alvo ou não e assim decidir como deve proceder na situação que se encontra. Nesse adestramento é lembrado aos militares o ciclo OODA e como eles devem proceder suas ações dentro desse ciclo para que possam observar e identificar o que é alvo de uma maneira mais eficiente.

Na breve parte teórica é ensinado como o militar deve “varrer com os olhos” a figura que está na sua frente. Como exemplo, se o alvo estiver a uma certa distância, o perigo estará naturalmente nas mãos. Depois da breve parte teórica, o militar é levado à parte prática e é nesse ponto que surgem as dificuldades. O adestramento base final é a entrada em compartimento com diversos alvos e usando munição real, porém isso tem um custo elevado, mas é necessário preparar o militar para chegar a esse ponto, caso contrário pode ocorrer algum acidente. Na busca por maneiras de otimizar o adestramento, as soluções encontradas continuaram tendo os problemas de custos e segurança. Dentre elas, temos a de gravar de um vídeo com situações onde o militar iria ter que atirar ou não. Contudo as dificuldades de criar novos cenários, saber se realmente o militar atingiu o alvo, pois todos acabavam aparecendo em pontos próximos e o gasto de munição, dentre outros motivos, fizeram com que esse tipo de adestramento não ocorresse de maneira contínua. O próximo método era o uso de PaintBall. Nesse tipo de treinamento, os problemas encontrados foram o risco à segurança, pois não eram incomuns os incidentes, manter e comprar as munições não era barato e a reação previsível do adversário, que normalmente era um militar que também estava recebendo o adestramento, fizeram com que esse tipo de adestramento não fosse tão aplicado.

Assim, a solução aplicada até o momento é fazer com que o militar realize passagens de aquecimento pelo local onde ele vai realizar o tiro real até que tenha massificado o que terá que fazer e assim evitar acidentes e desperdício de munição, trazendo assim pouco benefício para a identificação do alvo.

3.1.2

Estado final desejado

O que se deseja com o treinamento em CQB é fazer com que o militar possa adestrar de maneira eficiente o processo de tomada de decisão em uma situação de CQB, com custos mais baixos e considerável nível de segurança para o militar e quem estiver ao seu redor.

A partir destas informações e com a orientação dos Instrutores de CQB, foram criados os cenários que auxiliaram o estudo que será descrito a seguir.

3.2

Ambientes de Simulação

Para se chegar na ferramenta que foi desenvolvida, alguns passos foram seguidos. O primeiro foi o teste piloto com os instrutores de CQB do batalhão Tonelero e o segundo foi o pré-teste feito com os militares do centro de Simulação do Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo (CIASC).

Assim foram criados dois ambientes virtuais, sendo o primeiro uma sala de treinamento e o segundo uma sala para simular uma situação para o emprego de CQB.

No primeiro momento foram feitos contatos com os militares instrutores de CQB do batalhão Tonelero para entender quais eram os pontos que o adestramento normal ficava em falta. Pontos como verificar o tempo de reação, situações não convencionais com os alvos e verificar se o militar realmente está identificando o alvo foram os principais comentários. Após apresentar as possibilidades da simulação e o que poderia ser feito para auxiliar no adestramento da matéria, foi criado um protótipo para o projeto e levado até o Batalhão Tonelero para a realização do teste piloto.

Referente à apresentação do modelo que seria usado na simulação, os instrutores sugeriram algumas mudanças para trazer uma maior realidade para a simulação. O projeto inicial era baseado em um apartamento de 49m² onde se poderia caminhar pela sala e quarto e em um desses ambientes estaria um NPC que reagiria à presença do jogador. Após a conversa, houve uma mudança para um ambiente com 3 compartimentos (figura 3.2) e em cada compartimento um NPC que reagiria ao jogador: essas reações deveriam ser bruscas e acontecer no intervalo de 1 segundo².

Figura 3.2: Antes e Depois ambiente



Fonte: Proprio Autor.

Cada NPC tem um tipo de reação diferente, reações essas que foram solicitadas pelos instrutores e serão abordadas na seção que discorre sobre o ambiente entrada em compartimento.

Feito isso, um novo teste foi feito no CIASC, para buscar alguma falha durante sua execução e verificar mais sugestões que pudessem ajudar no momento da realização da coleta de dados. Duas sugestões foram feitas, a primeira foi a criação de uma sala de treinamento e a segunda a criação de algo que simulasse uma arma longa. Para a criação da sala de treinamento foram enviados para os instrutores de CQB os modelos de salas de treinamento

²Tempo preconizado pela doutrina utilizada pelo batalhão durante seus adestramentos de CQB.

que existem em alguns jogos de FPS, lembrando as limitações. Feito isso e compiladas as sugestões, três linhas de tiro foram criadas nos moldes de instruções de tiro ministradas no Batalhão. Para a segunda sugestão (simulação de arma longa), foi feita uma impressão 3D de um armamento, que será explicado na seção que comenta sobre as ferramentas.

Foram então finalizados os dois ambientes virtuais, cada qual com seus objetivos específicos: o primeiro para adaptar o instruendo no uso da realidade virtual e medir parâmetros de identificação de alvos, e o segundo para verificar sua reação e processo de identificação. A seguir as subseções irão abordar cada um dos ambientes.

3.2.1

Ambiente Sala de Treinamento

Sobre a sala de treinamento, as duas primeiras linhas de tiro têm como objetivo permitir que o jogador se adapte ao manuseio do armamento virtual, e a terceira linha, verificar se o jogador realmente está identificando o alvo dentro do intervalo de 1 segundo. As linhas de tiro foram criadas baseadas nas sugestões dadas pelos instrutores de CQB, tais como simular treinamentos de tiro que são feitos pelos militares em adestramentos normais e verificar o tempo de identificação no intervalo de 1 segundo com alvos que aparecem de maneira aleatória.

A primeira linha de tiro é composta por um alvo fixo com a imagem de um homem armado (Figura 3.2.1.1). Ao atingir o alvo, o local do impacto fica marcado por alguns segundos para facilitar a visualização do jogador. Aqui o objetivo é acostumar o jogador com o armamento que está utilizando.



Figura 3.2.1.1: Linha de Tiro 1

A segunda linha de tiro é composta por três seguimentos, cada qual com três alvos que ficam subindo e descendo de maneira aleatória. Porém, o tempo de exposição desse alvo quando estão rebatidos é de 1 segundo (Figura

3.2.1.2). Aqui o objetivo é acostumar o reflexo do militar no ambiente virtual e prepará-lo para a próxima linha de tiro, onde serão observados alguns requisitos técnicos.



Figura 3.2.1.2: Linha de Tiro 2

A terceira e última linha de tiro é composta por alvos de silhuetas humanas (Figura 3.2.1.3) que podem estar armados ou não. Em cada rodada o militar se depara com 20 alvos que aparecem de maneira aleatória, tanto na posição como na hostilidade, armado ou não. O objetivo da linha de tiro é verificar se o instruendo está identificando positivamente os alvos dentro do tempo preconizado no adestramento, ou simplesmente reagindo ao que aparecia.

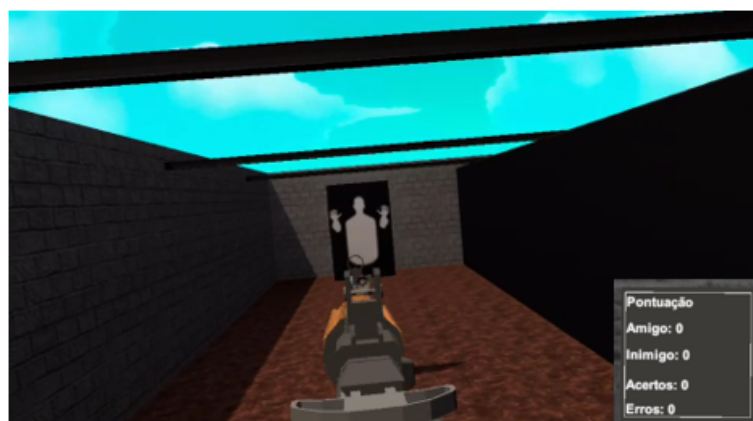


Figura 3.2.1.3: Linha de Tiro 3

3.2.2

Ambiente entrada em compartimento

Assim como o ambiente sala de treinamento, o ambiente entrada em compartimento (Figura 3.2) foi criado seguindo as orientações dos instrutores de CQB. Em particular esse ambiente foi o que os instrutores avaliaram o desempenho do instruendo durante sua passagem. Cada compartimento possui um NPC que tem um tipo de reação específico, para a qual os instrutores esperam um tipo de reação do instruendo.

O primeiro NPC (Figura 3.2.2.1) possui um armamento que é sacado ao observar o jogador. Assim como preconizado nas instruções, existe um intervalo de 1 segundo do momento em que o NPC saca o armamento até a execução do tiro. Aqui os instrutores esperam que todos os instruendos, ao se depararem com o armamento, disparem no NPC.



Figura 3.2.2.1: NPC Primeiro Compartimento

O segundo NPC (Figura 3.2.2.2) é um policial disfarçado que, ao se deparar com o jogador, pega o distintivo que está escondido na cintura e o apresenta ao jogador. O esperado aqui nessa situação é que parte dos instruendos dispare contra o NPC, cometendo assim um erro.

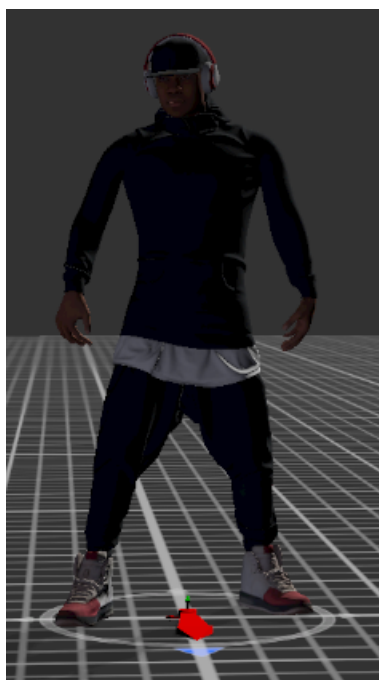


Figura 3.2.2.2: NPC Segundo Compartimento

O terceiro e último NPC (figura 3.2.2.3) do ambiente entrada em compartimento foi pensado de maneira a expor o militar a uma situação em que algum tipo de erro pudesse ser cometido, pois além da ação no NPC de virar segurando algo nas mãos, quando o jogador entra no compartimento, também há o som de um disparo nesse momento. Nesse caso, o militar só não erraria se estivesse fazendo o correto procedimento de identificação positiva do alvo.



Figura 3.2.2.3: NPC Terceiro Compartimento

3.3 Ferramentas

A seguir são apresentadas as ferramentas utilizadas para a realização da simulação. Primeiro apresento as razões para a escolha do HMD e por último os acessórios utilizados no experimento

3.3.1 Óculos de realidade Virtual

A escolha dos óculos de realidade virtual foi feita de maneira criteriosa e baseada nas seguintes premissas, seguidas de suas respectivas justificativas:

1. Valor do HMD;

- O preço do equipamento não poderia deixar de ser um dos critérios, pois o objetivo é trazer algo que seja realmente válido para uso e que esteja dentro da realidade para aquisição.

2. Permitir conexão sem fio com o PC;

- Um dos problemas de gerações mais antigas de HMD é o fio que liga o dispositivo ao PC acaba limitando a liberdade do usuário nas suas movimentações, e como a simulação é feita de modo a dar livre movimentação ao usuário, uma conexão por fio com o PC seria algo que limitaria a experiência do jogador.

3. Peso;

- Qualquer acréscimo de peso na cabeça do usuário em um ponto fora do equilíbrio normal do corpo gera um desconforto e, quanto maior for esse peso, maior e mais rápida é essa sensação de desconforto [14]. Logo, quanto menor o peso, melhor é o conforto do usuário.

4. 6 DOF;

- Procurando um melhor rastreamento da movimentação do usuário, optei por colocar esse critério para evitar aparelhos que não representassem a movimentação do usuário de maneira mais próxima a do mundo real e assim evitar situações que podem gerar algum tipo de mal estar por não replicar os movimentos que o jogador executa, principalmente com a cabeça [22].

5. Possibilitar o uso de Hardware livre.

- Para melhorar a experiência do usuário e, como os voluntários são especialistas sobre a matéria da simulação, os detalhes se tornam importantes. Logo, replicar um equipamento que seja de uso normal para esse voluntário se torna indispensável e com a possibilidade de utilização de hardware livre essa tarefa fica mais simples e não tão dispendiosa.

Observados os critérios acima e analisando as opções que estavam acessíveis no mercado na época para aquisição, dois modelos foram selecionados para uma seleção mais fina, Vive Cosmo [30] e Quest 2 [18]. Ao final foi escolhido o modelo Quest 2 da Meta. O Quadro comparativo a seguir apresenta os motivos da escolha do modelo Quest 2.

Tabela 3.3.1: Tabela comparativa HMD

	Quest 2	Vive Cosmos Elite
Valor do HMD	Menor preço	Maior preço
Permitir conexão sem fio com o PC	Sim, equipamento <i>All-in-one</i> VR, possibilita o uso sozinho, jogo instalado no aparelho, ou conectado ao computador por meio de um cabo USB3.1 ou WiFi 6.	Sim, através de um adaptador que deve ser comprado a parte e todos os jogos rodam pelo computador.
Peso	503g	4,8Kg
6 DOF	Sim	Sim
Possibilitar o uso de Hardware livre	Sim, jogo através do PC	Sim, Jogo através do PC e também possui <i>trackers</i> que são vendidos separadamente.

3.3.2 Acessórios

Os tópicos a seguir apresentam os acessórios que foram planejados para serem usados durante o experimento. O primeiro foi o Tablet com o App Oculus e o segundo uma réplica de arma longa com adaptadores para uso com os controles do HMD.

3.3.2.1 Tablet com o App Oculus

Essa ferramenta possibilita o instrutor da matéria CQB observar o que o instruendo está fazendo no ambiente virtual, pois ela replica a tela que o instruendo está observando. Esse aplicativo tem algumas funcionalidades, dentre elas a opção de gravar o que está sendo observado e tirar foto, conforme figura 3.3.2.1.



Figura 3.3.2.1: Imagem projetada no Tablet

3.3.2.2

Impressão 3D do armamento

Para melhorar a experiência da simulação nesse sentido, foi feita uma impressão 3D (Figura 3.3.2.2) de peças que simulam um armamento longo e permitem a acoplagem dos controles do HMD. O material utilizado foi o ácido polilático (PLA) com preenchimento entre 30% - 50% e altura da camada de 0.2mm.



Figura 3.3.2.2: Imagem da Impressão 3D

4

Metodologia

A pesquisa feita para o presente trabalho foi dentro do modelo qualitativo. Foram usados métodos diferentes para o tratamento dos dados de acordo com sua origem. Para os dados qualitativos foram analisados os questionários, entrevistas, desempenho no ambiente entrada em compartimento e o protocolo *think aloud* [8] aplicado durante o experimento. Já para os dados quantitativos foi utilizada a estatística descritiva [2] na análise dos desempenhos alcançados pelos instruídos na linha de tiro 3. Com a análise dos dados qualitativos e quantitativos em conjunto, obtivemos respostas para as perguntas de pesquisa e assim atingimos o objetivo do estudo, que consiste em avaliar a Realidade Virtual como ferramenta de apoio na tomada de decisão no CQB.

4.1

Participantes

O experimento foi feito com 4 instrutores e 8 instruídos, a quantidade de militares disponíveis no período em que foi feito o experimento e atendiam os critérios de seleção. Para a seleção dos participantes o universo pretendido foi dos militares integrantes do Batalhão de Operações Especiais do Corpo de Fuzileiros Navais, Batalhão Tonelero, local especializado em CQB no Corpo de Fuzileiros Navais. Dentro desse universo, a amostra foi composta por militares Comandos Anfíbios e com considerável tempo de adestramento de CQB. Como exemplo da amostra para os instrutores, observamos um tempo médio de 7,25 anos e para os instruídos um tempo médio de 6 anos. As idades variam entre 34 e 40 anos nos instrutores com uma média de 36,5 anos e 31 a 40 anos nos instruídos com uma média de 33,75 anos para o grupo.

Todos os militares estavam com bom condicionamento físico e gozando de boa saúde, pois já haviam passado e sido aprovados nos testes físicos e exames médicos anuais. A seguir os dados demográficos dos instruídos e instrutores.

4.1.1

Instrutores

Dos militares com conhecimento de CQB e instrutores, 4 participaram do experimento. A identificação dos instrutores foi feita com a letra “I” seguida de um número. Para apresentar um pouco os militares que participaram como instrutores, o quadro a seguir apresenta um rápido perfil de cada.

Tabela 4.1.2: Resultado Perfil Instrutores

Questionário perfil Instrutores				
Perguntas	Instrutores			
	I1	I2	I3	I4
Há quanto tempo faz adestramento de CQB? (anos)	8	11	10	12
Quanto tempo de Operações com emprego de CQB? (anos)	5	7	8	9
Quanto tempo de Instrutoria? (anos)	4	5	2	2
Já utilizou ferramenta de Realidade virtual?	sim	sim	sim	sim
Como foi a experiencia?	Muito Boa	Muito boa	Muito boa	Boa
Com qual frequência?	Entre nunca e 1 ano	Entre 2 vezes no mês e uma semana	Entre nunca e 1 ano	Entre nunca e 1 ano

Referente à tabela acima é fácil observar a experiência dos instrutores no assunto CQB. Quando olhamos o tempo de adestramento que eles possuem encontramos uma média um pouco maior que 10 anos de adestramento e quando olhamos o tempo gasto para as operações com o emprego de técnicas de CQB encontramos uma média em torno de 7 anos. Um detalhe que pode saltar aos olhos é a proximidade entre o tempo de adestramento e o de operações com emprego de CQB. Esse fato ocorre devido à continuidade do adestramento durante as operações. Durante as operações, tropas militares seguem uma rotina com base em um ciclo com três fases: atuação na zona de ação, adestramento e descanso, para assim manter seu nível de prontificação e resposta a ameaças o mais alto possível; como um atleta de alto rendimento, que em uma competição está competindo, treinando ou descansando.

Apresentada a experiência dos instrutores, agora observamos o tempo com que esses militares ministram a matéria CQB em seus respectivos grupos; encontramos uma média um pouco maior que 2 anos. Alguns detalhes devem ser explicados para entender a diferença entre os tempos de instrutoria encontrados entre os pares I1 e I2 com os pares I3 e I4. Na Marinha do Brasil, para estar à frente de uma instrução, o militar deve ter uma graduação mínima de 3oSG (Sargento); porém, independentemente do seu posto/graduação ele pode realizar adestramentos de CQB e ser empregado em operações que exijam o emprego dessas técnicas. Além disso, no Batalhão onde foi realizado o experimento, o militar para ser designado como instrutor de CQB deve atender aos seguintes critérios: notório conhecimento do assunto entre os pares, experiência

em operações e ter o Curso Especial de Comandos Anfíbios¹.

Com relação à experiência individual dos instrutores com a realidade virtual, diferente da experiência com CQB, o contato deles com a realidade virtual é quase nenhuma, com exceção de I2, que possui o Playstation VR para o console Playstation 4 e tem o costume de fazer uso do aparelho. Devido a isso, o I2 foi o instrutor que trouxe mais observações relacionadas com a construção da simulação, em comparação com os outros instrutores.

4.1.2 Instruendos

Participaram um total de 8 Instruendos nos dois cenários, Linha de Tiro e Entrada em compartimento, identificados com a letra “P” seguido de um número. A tabela a seguir discrimina os Instruendos e suas respostas ao primeiro questionário.

Tabela 4.1.2: Resultado Perfil Instruendos

Questionário perfil Instruendos								
Perguntas	Instrutores							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Idade	40	38	32	30	36	31	31	32
Graduação	2ºSG	2ºSG	3ºSG	3ºSG	3ºSG	3ºSG	3ºSG	3ºSG
Quanto tempo de adestramento de CQB? (anos)	11	10	2	6	2	7	5	5
Já utilizou ferramenta de Realidade virtual?	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não
Com qual frequência?	Entre nunca e 1 ano	Entre nunca e 1 ano	Entre nunca e 1 ano	-	-	Entre nunca e 1 ano	Entre nunca e 1 ano	-

Exposta a tabela acima, podemos observar que a faixa etária dos instruendos fica entre 30 e 40 anos e graduação mínima de 3ºSG, o que representa um tempo mínimo de 10 anos de atividade no Corpo de Fuzileiros Navais. Outro fato importante é que os participantes possuem um tempo considerável de adestramento de CQB, maior que 2 anos, sendo esse tempo ocorrendo para

¹Curso feito pelos militares integrantes do Corpo de Fuzileiro Navais para habilitá-los nas técnicas de operações especiais. Os militares concludentes desse curso estão aptos a operar em qualquer parte do país usando métodos e equipamentos não convencionais.

P3 e P5. Os demais apresentam valores que chegam até 11 anos, que é o caso de P1 e 10 anos no caso de P2, o que demonstra a experiência no emprego das técnicas de CQB.

Outro dado interessante é que quase metade dos participantes, P4, P5 e P8, não havia tido até o momento contato com algum tipo de experiência em realidade virtual. Para esses foi necessário fazer uma explicação um pouco mais detalhada para o entendimento do que iriam experimentar e assim entender algumas diferenças básicas entre os tipos de realidade feitos por computação. O restante do grupo já havia tido algum tipo de experiência em realidade virtual, porém a frequência registrada foi entre nunca e uma vez ao ano, fazendo com que o ambiente virtual não fosse novidade, mas também não era algo com que eles estivessem acostumados. Ainda vale destacar que, quando indagados sobre qual foi a experiência anterior, todos os que tiveram contato responderam que foi com o Simulador de Navegação do Batalhão. Eles mencionaram que a experiência foi boa, porém relataram alguns problemas como dor de cabeça e enjoo durante o uso do simulador.

4.2

Coleta de Dados

Para a coleta de dados temos a simulação, que forneceu os dados do percentual de acertos e erros da linha de tiro 3, e o ambiente entrada em compartimento. Os questionários utilizados e a entrevista foram gravados em áudio e vídeo para a posterior análise. A seguir a explicação de como cada instrumento foi utilizado.

4.2.1

Simulação

Com a chegada dos militares no local onde seria feita a simulação e a sua preparação, foi feita uma apresentação do roteiro seguido, iniciando pela explicação de como seria feita a simulação, em seguida a apresentação dos materiais, dos questionários, e que terminaria com uma breve entrevista. O grupo foi dividido em dois, instrutores e instruendos. Os instrutores ficaram no local onde foi feito o experimento e os instruendos foram para uma sala de espera.

Para os instrutores foi explicada a cinemática da simulação e o questionário que iriam preencher. Foi lembrado que o primeiro cenário seria o da sala de treinamento, onde o instruendo iria se familiarizar com o ambiente e equipamento. Essa ambientação aconteceria nas duas primeiras linhas de tiro e na terceira seria feito o exercício com alvos para verificar se eles estavam

realizando a identificação de maneira correta. O jogo registraria essa pontuação e esse exercício na terceira linha de tiro ocorreria duas vezes. Termina-se a apresentação explicando que eles estavam livres para falar o que estavam observando ou/e realizar comentários com a dupla; porém, deveriam evitar falar alto para não atrapalhar a concentração do instruído durante a simulação (Protocolo *Think Aloud*).

Logo após, foi feita a simulação com o ambiente entrada em compartimento, onde eles poderiam avaliar todo o procedimento do instruído e atribuir um grau para o desempenho do avaliado após a passagem pelo compartimento. Da mesma maneira, estavam livres para efetuar qualquer observação ou comentário com a dupla, porém evitando atrapalhar o instruído e, ao término, passaram seu feedback do exercício.

Com o término da explicação feita para os instrutores, foi feita uma nova explanação, agora com os instruídos, para os quais foi explicado como se daria a simulação e os passos que deveriam seguir. Para o primeiro ambiente foi colocado que deveriam se ambientar com o armamento e equipamento na primeira linha de tiro e quando estivessem com confiança poderiam ir para a segunda, onde treinariam o manejo e reflexo com o armamento virtual. Da mesma forma que na primeira linha, quando julgassem que estavam prontos, se posicionariam para iniciar o teste da terceira linha de tiro. Também foi explicado que estavam livres para fazer qualquer comentário do que estavam observando durante a simulação a qualquer momento (Protocolo *Think Aloud*).

Para o ambiente entrada em compartimento, após as observações que os instrutores passaram sobre sua atuação na primeira linha, o instruído era posicionado no ponto de partida e entrava no cenário. Ele iniciava a simulação pegando o armamento e começava seu deslocamento compartimento a compartimento até terminar. Com o término, recebia o feedback dos instrutores.

4.2.2

Questionários

Foram aplicados dois conjuntos de questionários diferentes, um para os instrutores e outro para os instruídos. Para os instrutores foram aplicados dois questionários, o primeiro para obter dados demográficos, o segundo para avaliar a ferramenta. Já para os instruídos, foram aplicados três questionários, o primeiro para verificar os dados demográficos, o segundo para avaliar a ferramenta e o terceiro para verificar sintomas de cybersickness. A seguir uma breve explicação de cada questionário.

4.2.2.1

Dados Demográficos

Tanto para o instruendo quanto para o instrutor, o questionário referente aos dados demográficos continha, praticamente, o mesmo conjunto de perguntas. A diferença se encontra na pergunta sobre experiência como instrutor, que não estava no questionário dos instruídos.

Esse questionário é composto por dois blocos de perguntas. O primeiro serve para qualificar os voluntários; assim, pergunta dados pessoais e experiência pessoal com CQB. Já o segundo bloco de perguntas é referente à experiência do voluntário com o uso de HMD/realidade virtual. Tanto o questionário do instrutor (anexo A) quanto o questionário do Instruído (anexo B) se encontram anexos ao trabalho.

4.2.2.2

Avaliar a Ferramenta

O questionário foi feito com base em uma escala Likert com cinco pontos. A escolha por esse tamanho é pela familiaridade dos voluntários com escalas desse tipo. Este questionário possui diferenças entre as questões feitas para instruídos e instrutores. No questionário dos instruídos (Anexo D), as quatro primeiras perguntas são sobre o equipamento e percepção sobre a simulação. A quinta pergunta é a comparação sobre o nível de tensão, enquanto a sexta e sétima perguntas são sobre a aplicação da ferramenta no ensino. A oitava pergunta faz uma comparação da simulação com a realidade, e a última é para verificar a confiança do voluntário em suas respostas.

Para os instrutores, a primeira pergunta era a observação do instruendo usando o equipamento para simulação, a segunda e terceira sobre o uso do tablet, a quarta e quinta sobre a aplicação da ferramenta no ensino, a sexta uma comparação com a realidade e a sétima a confiança do instrutor em suas respostas.

Tanto para instruídos como para instrutores, as seções das perguntas tinham objetivos semelhantes: buscar responder se uma simulação de CQB poderia ser utilizada para o ensino. Com isso, procurou-se entender se o material utilizado não gera dificuldades de adaptação para o uso, se os pontos principais do adestramento no mundo real, como o deslocamento e manuseio do armamento, também podem ser observados na simulação, se o instrutor e o instruendo acham a ferramenta algo válido para o ensino. Essas respostas dos voluntários trouxeram parte da resposta encontrada para a questão de pesquisa que inicia o parágrafo.

4.2.2.3

Simulator Sickness Questionnaire

O Simulator Sickness Questionnaire [15] é uma ferramenta utilizada para investigar sintomas de cybersickness, sua criação vem do Motion Sickness Questionnaire, que abarca 27 sintomas de um desconforto geral. Seus sintomas são medidos entre: ausente, leve, moderado e grave. Seu objetivo nesse trabalho foi o de verificar se houve algum sintoma de cybersickness nos voluntários, pois a presença de sintomas moderados e graves mostrariam que o modelo adotado ainda não seria capaz de fazer uma simulação de CQB sem trazer desconforto ao usuário. Para este trabalho foi utilizada uma tradução feita pelo artigo dos autores Marcele Regine, Rafael Thomaz e Antônio Egídio [4].

4.2.3

Entrevistas

As entrevistas foram feitas ao término da participação da simulação com os instruendos e ao término do bloco de avaliações com os instrutores. As perguntas foram as mesmas para ambos os grupos; a diferença é que os instruendos responderam individualmente e os instrutores, como estavam trabalhando em dupla, foram entrevistados em dupla, mas foram questionados individualmente.

As perguntas visavam a busca de dados ainda pendentes que não foram abordados no questionário e assim entender pontos positivos e negativos que os voluntários observaram durante o experimento, complementar as perguntas do questionário, para ter um maior entendimento se a simulação poderia ser usada no ensino e permitir um espaço para qualquer comentário ou mesmo retirada de dúvidas.

Todas as passagens e comentários dos instrutores foram gravadas em áudio e vídeo para facilitar e complementar a análise dos dados.

4.2.4

Método de análise de dados

De posse de todos os dados do experimento, as análises foram feitas sobre os seguintes aspectos: facilidade de uso da ferramenta, facilidade na avaliação, emprego da ferramenta no aprendizado, comparação com o adestramento normal, sintomas de cybersickness e nível de desempenho individual.

Dentro dos aspectos facilidade de uso da ferramenta, facilidade na avaliação, emprego da ferramenta no aprendizado e comparação com o adestramento normal, foi obtida a resposta para a primeira questão de pesquisa: simular um cenário de CQB pode ser usado para o ensino?

- Facilidade do uso da ferramenta – sua resposta foi encontrada nas perguntas um e dois do questionário, na análise dos áudios dos comentários durante o experimento e na entrevista feita ao termino da simulação.
- Facilidade na avaliação – esse aspecto é abordado nas perguntas 3 e 4 do questionário do instruendo e na questão 3 do questionário do instrutor, além da análise dos áudios com os comentários dos instrutores e suas respostas na entrevista ao termino da simulação.
- Emprego da ferramenta no aprendizado – A análise foi feita sobre as respostas dadas no questionário nas perguntas 4 e 5 dos instrutores e 6 e 7 dos instruendos, nos comentários feitos pelos instrutores durante a simulação e dos áudios das entrevistas de ambos os grupos.
- Comparação com o adestramento normal – teve sua análise feita através das respostas das perguntas 5 e 8 do questionário do instruendo e pergunta 6 do questionário do instrutor, além dos comentários feitos por ambos os grupos durante o experimento e na entrevista.

Para a resposta da segunda pergunta, identificar se a simulação pretendida pode ser feita buscando evitar desconforto, o aspecto analisado foi sintomas de cybersickness. Na análise das respostas dos instruendos na pergunta 3, do gráfico feito com base nas resposta do Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) e dos comentários durante a entrevista dos instruendos, foi obtida a resposta para o aspecto analisado.

Para a última questão, verificar se a realidade virtual pode preparar o militar para a tomada de decisão, foi feita a análise do nível de desempenho individual. Para isso foram feitos dois testes durante a simulação; no primeiro, o resultado foi obtido através da comparação dos índices individuais de erros e acertos alcançados durante a simulação nas duas passagens, através dos vídeos em conjunto com o comentário dos instrutores que identificaram a mudança de postura do instruendo que passou a identificar melhor o alvo e os comentários dos instruendos ao término da primeira simulação. Já no segundo teste, dois pontos foram observados para se chegar a uma conclusão: o primeiro foi o confronto entre a expectativa e realidade na comparação entre o que os instrutores esperavam que os instruendos fossem fazer de acordo com a reação que cada NPC teve, descrita na seção de simulação, com o que eles realmente fizeram durante a simulação e a observação dos vídeos gravados para confirmar as reações de cada um em conjunto com os comentários dos instrutores e instruendos durante essa observação.

5

Resultados e Análises

Após a apresentação da metodologia com a explicação de como foi realizado a obtenção dos dados e os meios para isso, o presente capítulo apresenta os dados obtidos e sua análise. O capítulo será abordado pelos aspectos analisados e as ferramentas utilizadas para essa análise. O capítulo é dividido em três seções: análise da ferramenta, sintomas de cybersickness e desempenho individual.

O capítulo inicia com análise da ferramenta, que aborda os aspectos facilidade do uso da ferramenta, facilidade na avaliação, emprego da ferramenta no aprendizado e comparação com o adestramento normal. Nessa seção, temos os valores do questionário e os comentários feitos sobre os aspectos durante o experimento, primeiro dos instrutores e na sequência dos instruandos. Em seguida, a seção que apresenta os Sintomas de cybersickness com um gráfico das respostas do questionário SSQ e comentário das entrevistas. Ao final, a seção do nível de desempenho individual com os dados obtidos nos dois ambientes virtuais, seguidos dos comentários.

5.1

Análise da Ferramenta pelos Instrutores

Para um maior entendimento, a seção é dividida entre os dados dos instrutores e, na sequência, os dados dos instruandos. Ao final será feita uma breve conclusão com a junção de todas as informações obtidas na seção.

A seguir, a tabela 5.1 com a avaliação feita pelos instrutores no questionário sobre a ferramenta utilizada (anexo C).

Tabela 5.1: Resultado da Avaliação da Ferramenta Instrutores

Questionário Avaliação Equipamento							
Questões		5	4	3	2	1	
1	Muito Fácil	100%					Muito Difícil
2		100%					
3		100%					
4	Concordo Totalmente	100%					Discordo Totalmente
5		100%					
6		25%	50%		25%		
7		100%					

5.1.1

Facilidade do uso da ferramenta

Na primeira questão os instrutores observaram o equipamento que o instruendo estava utilizando e sua desenvoltura com ele. Todos os instrutores observaram que os instruendos não encontraram dificuldades para usar o material. Relacionado a isso, temos o comentário de I1 “...não tem adaptação dos procedimentos normais...” durante a simulação, demonstrando que os procedimentos feitos pelos instruendos com o equipamento no ambiente virtual eram os mesmos feitos nos adestramentos convencionais. Isso mostra que foi fácil o uso do material e que não gerou dificuldades para o desenvolvimento das técnicas. Um comentário feito por I4 correlacionado com o tema da pergunta “... com a réplica do fuzil, até o procedimento com o armamento poderiam ser observados...”, comentário feito pelo fato do simulacro de arma longa ter quebrado logo no início do experimento, mostrando que com alguns ajustes de material os pontos para avaliar podem expandir.

Assim como na primeira pergunta, o feedback dos instrutores quanto à utilização do tablet também foi 100%. Durante a execução das simulações, alguns comentários entre os instrutores vêm a colaborar com a resposta do questionário, o primeiro é a possibilidade de ver o que o instruendo está vendo “... aqui é fácil ver que o operador está vendo...” comentado por I1. Outro comentário relacionado ao tablet foi a de poder gravar e passar o feedback em Hot (feedback logo após a ação) “... quando ele terminar vamos mostrar esse erro aqui...” comentado por I3.

5.1.2

Facilidade na avaliação

Na avaliação feita pelo tablet, os instrutores também pontuaram como muito fácil. Durante as passagens, eles conversavam e comentavam pontos como a possibilidade de ver ao vivo o que o instruendo estava fazendo e a possibilidade de fazer a correção antes do progresso da simulação. Um comentário relacionado com a avaliação feito por I3 durante a simulação de entrada foi “... aqui eu consigo ver a falta de segurança no emprego de nova técnica...” se referindo a um novo modelo de entrada em compartimento recém empregado pela companhia. Outro comentário foi feito por I4 durante um feedback a um dos instruendos “... agora eu tenho o VAR [uma comparação com o futebol] ...” se referindo à gravação feita da passagem do instruendo no momento em que estava passando seu feedback para ele.

5.1.3

Emprego da ferramenta no aprendizado

Quanto à possibilidade de usar a simulação para reforçar ou iniciar o aprendizado, os instrutores foram unânimes em afirmar que a simulação era uma ferramenta viável para ambas as possibilidades. Aqui temos comentários do tipo “... assim eu posso acelerar o ensino...” feito por I2 quando comparou o modo tradicional de adestramento feito para identificação positiva de alvos com o que a simulação oferecia. A quantidade de alvos, a diversidade e aleatoriedade foram o que pesaram no seu julgamento. Outro comentário de I1, que também pode ser relacionado ao aprendizado foi “... eu posso corrigir os procedimentos de tomada de ângulo porque consigo ver se ele realmente está fazendo certo...”, o comentário foi feito quando I1 estava explicando os momentos que usaria o simulador e em um deles seria para ensinar o militar a olhar corretamente o local que iria entrar.

Ainda sobre o ensino e a identificação positiva dos alvos, I4 comentou “... deveria ter um desse nas escolas de formação... o combatente chegaria mentalmente mais preparado nos batalhões...”, se referindo à possibilidade usar a simulação no início do aprendizado do militar e na preparação cognitiva do mesmo para realizar a identificação positiva do alvo, que na opinião dele ainda é deficitária “... o cara chega cru...não sabe identificar nada...”.

5.1.4

Comparação com o adestramento normal

Esse item foi onde houve a maior discordância entre os instrutores, 75% concordaram que a simulação replicou o que o militar precisa executar em um adestramento normal. Tanto para I1 quanto para I2, a simulação de CQB foi algo novo. Na opinião de I2, os pontos que a simulação abordou foram os mesmos que são abordados no adestramento normal “... foi um adestramento normal, a diferença é que estou vendo de perto e não de cima...” se referindo à situação normal do adestramento de CQB, onde os instrutores se posicionam na parte de cima da casa de mata¹ para observar os instruendos. Para I1 era possível checar todos os pontos da técnica de tomada de ângulo “... posso bater todo o barema [check list]...”. I4 não foi diferente dos outros instrutores, comentou que a simulação era mais uma ferramenta para o adestramento, assim como algumas que são usadas “...isso é mais uma ferramenta de um adestramento normal ... pode acelerar o aprendizado do operador e sua reação...”. O comentário foi feito depois que I3 falou que nada se compara ao adestramento normal, que é importante o militar estar

¹Local onde o militar adentra CQB, possui a planta de uma casa qualquer, porém com paredes que permitem esse treinamento usando munição real

adaptado ao equipamento e que na simulação ele não estaria usando o seu fuzil, não enxergou a possibilidade do uso do capacete e também não passaria pelos desconfortos climáticos. Contudo, após a fala de I4, I3 entendeu que a simulação não atuaria na parte final e sim na preparação.

5.2

Análise da Ferramenta pelos Instruendos

A tabela 5.2 apresenta o resultado das médias das respostas dadas pelos instruendos no questionário sobre a experiência do usuário. Esse questionário é composto de uma escala Likert de 5 pontos e com 9 perguntas. As duas primeiras são sobre os equipamentos e a facilidade do seu manejo, varia de muito difícil até muito fácil. As perguntas 3 e 4 são sobre diferença entre deslocamento no jogo e no mundo real e varia de muito pouco a muito grande. As perguntas restantes são sobre opinião e variam de discordo totalmente a concordo totalmente.

Tabela 5.2: Resultado Avaliação da Ferramenta pelos Instruendos

Questionário Avaliação Equipamento							
		5	4	3	2	1	
1	Muito Fácil	25%	50%	25%			Muito Difícil
2		12,5%	50%	37,5%			
3	Muito Grande			37,5%	37,5%	25%	Muito Pouca
4				37,5%	25%	37,5%	
5	Concordo Totalmente	12,5%	12,5%	37,5%	37,5%		Discordo Totalmente
6		87,5%	12,5%				
7		75%	25%				
8		12,5%	37,5%	50%			
9		87,5%	12,5%				

5.2.1

Facilidade do uso da ferramenta

Dado o exposto na tabela 5.2, podemos observar que os instruendos não tiveram muita dificuldade de utilizar o HMD e utilizar o armamento virtual, pois a maioria achou que foi fácil a utilização de ambos. Sobre a ferramenta, P1 comenta “... foi fácil de usar e o oculus é leve, não é difícil se adaptar...”, gostou da sala de treinamento, pois o ajudou a acostumar com o armamento virtual. P4 disse “...tive dificuldade no primeiro momento, mas depois das passagens pelas duas primeiras linhas de tiro consegui me adaptar e isso foi positivo... foi

meu primeiro contato com equipamento de realidade virtual...”, comentários sobre a facilidade que teve de se adaptar com a simulação e o equipamento.

Para P5, que teve seu primeiro contato com um ambiente virtual com a simulação a ferramenta, foi simples de usar “... depois que acostumei com o ferramenta nas primeiras linhas de tiro parecia que tudo era normal...”. P8 também fez comentários sobre esse tópico “... quando vi o fuzil flutuando foi estranho, mas depois que comecei a atirar me acostumei...”.

5.2.2

Facilidade na avaliação

Com relação à percepção de alguma variação do movimento no jogo para o movimento feito no mundo real, encontramos respostas que ficam entre muito pouca e neutra, o que facilita a avaliação do instruendo nos seus procedimentos de aproximação e deslocamento. Sobre esse assunto, P1 colocou “... é muito importante os alvos só aparecerem durante 1 segundo ... no nosso novo programa de tiro o tempo ótimo de reação do operador é 1 segundo... poder medir isso é muito bom...”. Aqui P1 fez referência ao programa de tiro adotado pelo batalhão, onde o militar que estivesse com seu condicionamento próximo do ótimo teria suas respostas de ação dentro desse tempo, e também comentou das dificuldades de medir esse parâmetro nos adestramentos normais.

Para P6, a ferramenta possibilita avaliar o operador em vários aspectos do instinto do operador “... consegue verificar se checou todo o ambiente...identificou o alvo antes de atirar... realmente está fazendo os procedimentos de varredura de maneira correta...”, com isso podendo aprimorar a parte cognitiva dele. Já P7 explica que pela simulação pôde observar que realmente estava conseguindo executar as novas técnicas adotadas pela companhia “... na filmagem consegui ver que fiz a técnica da maneira correta, o próprio instrutor falou... no adestramento normal não sabia se estava conseguindo fazer...”.

5.2.3

Emprego da ferramenta no aprendizado

As perguntas 6 e 7 são referentes ao emprego da ferramenta para reforçar e iniciar o aprendizado. Assim como os instrutores, os instruendos concordaram que ela pode ser usada para o adestramento dos militares. Sobre o tema, P1 falou que se a sala tivesse pistas que fossem com intervalos decrescentes ajudaria a evoluir o condicionamento do militar “... se tivesse uma pista com 2 segundos outra com 1,5 e uma com 1 segundo você consegue condicionar o cara...”. Para ele, as diferentes reações dos NPC foi algo inovador, que em nenhum treinamento anterior ele tinha passado por situações daquele tipo “...

a mulher pegando a arma... a outra com um rolo de massa na mão... saiu do feijão com arroz...”, ele comentou que essas situações ajudam para o real e lembrou de um episódio onde ele congelou “... uma vez me deparei com crianças em cima de uma moto com réplicas de armamento feitas de madeira na mão e isso foi de noite...”, seguiu que se fossem de verdade poderia não estar vivo.

P2 achou o sistema uma excelente ferramenta para condicionar um operador ou um soldado Fuzileiro Naval que se depare com uma situação de CQB possa saber se deve atirar ou não. Comentou que normalmente treinamos onde atirar, porém, não treinamos onde não devemos atirar e a simulação consegue proporcionar os dois adestramentos. Ele fala que o diferencial em uma batalha é o intelecto e dá o exemplo no caso de um GLO (Garantia da Lei e da Ordem). A seguir o trecho de sua entrevista sobre o assunto. “... em termos de condicionamento para o combate, nós sabemos que um APOP (Agente Perturbador da Ordem Pública), ele é muito melhor condicionado do que os nossos soldados, eles crescem naquele local, tem a vantagem do terreno... estão tão bem equipados como nós ou melhor e a questão da liberdade de ação... então qual vai ser o diferencial, parece do que eu falei nós perdemos nos 3 ou em 2 e empatamos em 1, estamos em desvantagem? O diferencial é o intelecto! Aquele que se condiciona mais, que estuda mais, que se prepara mais, ele consegue agir melhor, agir primeiro faz girar o ciclo OODA mais rápido e a partir daí ele vai ter vantagem...”

P2 comentou isso para explicar sua opinião que a simulação feita pode gerar velocidade na reação, algo que comentado em estudos como o de Varela [28].

P3 em sua entrevista disse “... é uma ferramenta interessante para o adestramento do dia-a-dia... as reações do NPC te permitem treinar a identificação... no adestramento normal é feito com papel...”, pois em um espaço pequeno permite ao militar realizar adestramento de identificação positiva do alvo.

Para P4 “...a simulação é uma excelente ferramenta para iniciar o aprendizado de CQB...”. Comentou que, como pode ser gravado tudo que foi feito, fica fácil identificar o procedimento que o militar adotou e fazer as correções mostrando o que foi feito de errado e que isso traria uma velocidade no aprendizado “...pega a gravação... mostra o que está errado e na hora corrige...isso acelera o aprendizado...”. P5 achou importante a experiência no cenário de entrada em compartimento, acha que esse tipo de experiência seria válida nas escolas de formação “... acho que quem está no CIAMPA, curso de Cabo e de Sargento, deveria fazer essa simulação para se acostumar às reações que eles podem encontrar...”.

P6 visualizou um momento em que colocaria a simulação durante o adestramento de CQB “... eu colocaria simulação um momento antes do militar começar a realizar as técnicas de disparo do CQB ... ele já saberia como andar e os tipos de entrada e no momento que fosse disparar a simulação ajuda o militar na identificação positiva do alvo...”, vendo a possibilidade de usar a ferramenta para ajudar no aprendizado da identificação positiva do alvo.

Ter as gravações que podem ser avaliadas e uma alternativa para a falta de espaço foram os pontos que P7 comentou sobre esse aspecto “...o instrutor ver as gravações e corrigir ajuda muito no desenvolvimento do adestramento...” e “... no batalhão só tem um local para adestrar CQB...o simulador vira uma alternativa para adestrar igual sem perder muito...”.

5.2.4

Comparação com o adestramento normal

Na questão 5, sobre a comparação do nível de tensão, a resposta dos usuários é neutra. Parte sentiu maior que um adestramento normal e parte não. Aqui um ponto importante é a resposta de P2, que foi o único que colocou a pontuação máxima, o que colabora com o que ele comentou quando terminou a simulação de entrada em compartimento. A última questão que faz alusão à simulação é a 8, que buscava comparar a simulação com o um adestramento normal. Aqui temos um conjunto de respostas que levou a um resultado entre neutro e positivo.

P2 falou sobre a experiência que ele teve na simulação “...meu nível de tensão foi maior que no adestramento normal ... não sabia o que iria acontecer...”, que ficou sobre stress justamente por não saber o que iria encontrar ou como aquele NPC iria reagir e se eles estavam armados ou não. P2 falou que nos adestramentos normais as coisas parecem uma “... matemática exata...”, pois a maioria das coisas já foi feita e se sabe o que esperar e, na simulação, a incerteza é um fator estressante.

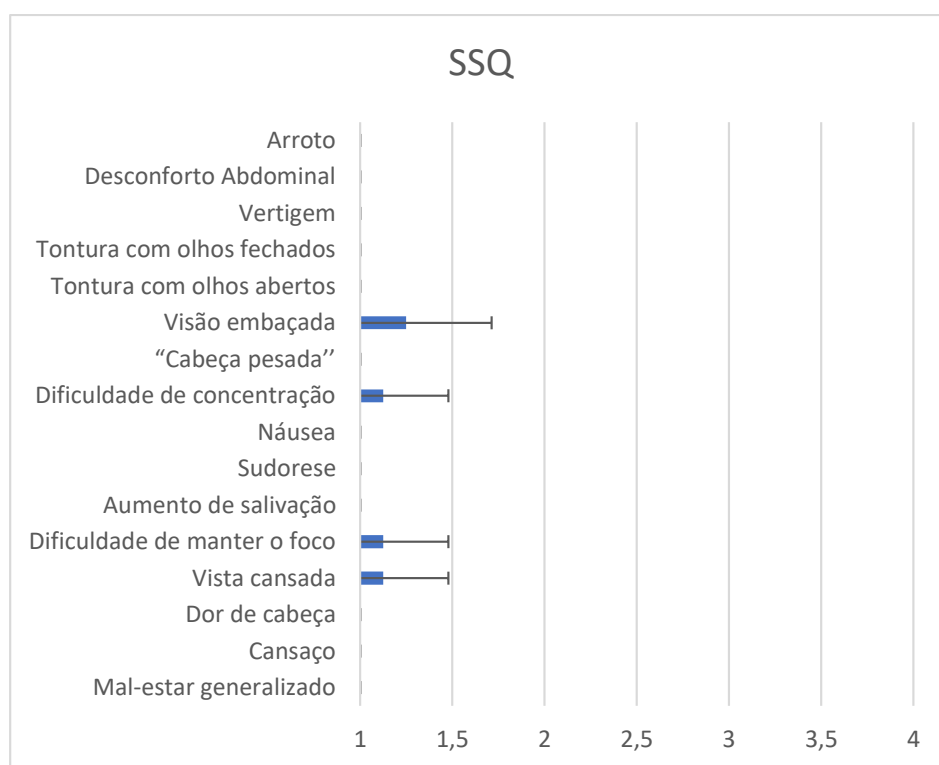
Na opinião de P6 tudo foi muito real “... era como se a parede que estava vendo realmente estivesse ali...”. Ele acredita que a simulação supera o adestramento normal em alguns pontos “...entendi que posso colocar qualquer personagem fazendo qualquer gesto... quando entramos no compartimento estamos acostumados a gritar – Refém no Chão! - e todos deitam...e se alguém não deitar... se alguém fizer um movimento diferente com a mão... como o pessoal vai reagir...”. Aqui ele compara a simulação com o adestramento normal e observa que certas situações podem ser simuladas o que traria ganhos para o adestramento.

5.3

Sintomas de Cybersickness

Com relação ao possível mal estar decorrente do uso do simulador, o gráfico a seguir vai apresentar os resultados encontrados a partir do questionário SSQ. Aqui as respostas disponíveis foram nenhum, leve, moderado e severo e seus respectivos valores representativos na tabela são 1,2,3 e 4. O eixo x representa os sintomas e o eixo y o grau com que eles foram observados pelos instruídos.

Gráfico 5.3: Resultado SSQ



Os resultados obtidos de maneira geral não chegam a sintoma de intensidade leve. Outro ponto é que também não houve uma grande percepção de deslocamento não correspondido durante a simulação, constatado pela resposta dos instruídos na pergunta 3 do questionário. Todos esses resultados colaboram com a escolha do equipamento e a construção do jogo, que tinham o objetivo de evitar os sintomas da cybersickness e permitir que o usuário pudesse aproveitar a simulação.

5.4

Nível de Desempenho Individual

Para o desempenho individual serão analisados os desempenhos em ambas as simulações bem como os áudios e vídeos feitos durante o experimento.

Primeiro será abordada a simulação da linha de tiro e em seguida a simulação da entrada em compartimento.

5.4.1

Simulação Linha de Tiro

Após a adaptação do instruendo com os equipamentos nas 2 primeiras linhas de tiro do cenário de treinamento, ele se deslocava e se posicionava na terceira linha de tiro. De modo geral a maior dificuldade de adaptação foi a associação de pressionar um botão lateral com o movimento de pegar (local indicado pela letra A na figura 5.4.1), porém quando o Instruendo percebia que a posição do botão facilitava esse movimento natural, o controle das mãos no ambiente virtual fluía de maneira normal, A adaptação com as mãos virtuais não demorou mais que 1 minuto em média.

Figura 5.4.1: Imagem no controle do local onde está o botão para a função

"pegar"



Em geral os instruendos tinham mais interesse na linha de tiro 2 que na linha de tiro 1, e logo se posicionavam na linha de tiro 3 para iniciar o teste. Ao iniciar o teste o marcador registrava os erros e acertos do instruendo, bem como quantos alvos amigos e inimigos apareceram naquela passagem pela linha de tiro.

A seguir temos uma tabela com os valores obtidos durante a passagem dos instruendos na linha de tiro 3, bem como as porcentagens dos erros e acertos de cada um nas suas passagens. Em seguida temos três seções: a primeira apresenta um gráfico com os erros; a segunda um gráfico com os acertos e a terceira com a comparação dos resultados.

A tabela 5.4.1 apresenta os valores alcançados pelos instruendos durante a execução do teste na linha de tiro 3. Cada coluna possui o conjunto de

valores que o instruendo alcançou na primeira e segunda passagem pela linha de tiro 3, as linhas possuem os mesmos componentes que estavam na tabela de pontuação do simulador (figura 3.2.1.3) com o acréscimo de duas linhas, uma para marcar a porcentagem de erros e a outra para a de acertos.

Tabela 5.4.1: Resultados Linha de tiro 3

	Instruendos															
	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8	
	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP
Amigo	7	10	8	11	12	6	10	9	7	6	11	6	13	11	10	8
Erros	3	1	1	1	3	1	2	1	4	0	1	0	3	1	2	0
Erros %	42,9	10	12,5	9,1	25	16,7	20	11,1	57,1	0	9,1	0	23,1	9,1	20	0
Inimigo	13	10	12	9	8	14	10	11	13	14	9	14	7	9	10	12
Acertos	10	9	8	9	6	11	8	9	8	11	8	12	5	8	8	7
Acertos %	76,9	90	66,7	100	75	78,6	80	81,9	61,5	78,6	88,9	85,7	71,4	88,9	80	58,3

5.4.1.1
Resultado Linha de Tiro - Erros

O gráfico 5.4.1.1 apresenta a porcentagem dos erros obtidos por cada instruendo. No eixo x, os números representam os instruendos, no eixo y a porcentagem, e as colunas os valores de cada passagem pela linha de tiro 3.

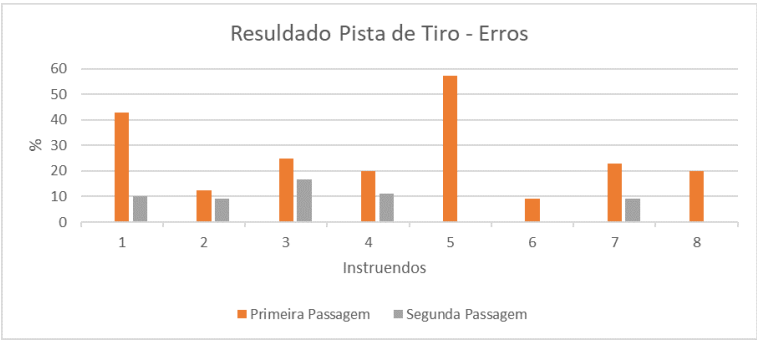


Gráfico 5.4.1.1: Resultados Linha de Tiro 3 - Erros

Na primeira passagem de P1 ele acertou 3 alvos amigos de um total de 7 que apareceram na primeira rodada, o que representou 42,9% de alvos amigos atingidos, na segunda rodada esse valor caiu para 10%, pois houve somente um alvo amigo alvejado dos 10 que apareceram, mostrando uma melhora significativa na identificação dos alvos amigos. Um comentário de P1 foi interessante antes de iniciar a segunda passagem “... isso aqui é bom para relembrar como identifica o alvo...”. O comentário faz referência ao processo de identificação positiva do alvo que é ensinado na parte teórica da instrução

de CQB. P2 manteve uma constante de alvos amigos atingidos, pois em cada passagem ele atingiu um alvo amigo, porém, na primeira passagem pela pista apareceram 8 alvos amigos e na segunda 11 alvos amigos fazendo com que seu percentual de erros diminuísse de 12,5% para 9,1% o que matematicamente foi uma constante, pois 12,5% de 11 alvos seria aproximadamente 1 também.

P3, P4 e P7 obtiveram desempenhos parecidos. P3, que acertou 3 alvos na primeira passagem, melhorou seu desempenho e acertou somente 1, reduzindo o percentual de erros de 25% para 16,7%. P4 não foi muito diferente, ele também reduziu o número de alvos amigos alvejados de 2, que representa 20% de alvos amigos na primeira passagem, para 1 o que representou 11,1% de alvos amigos na segunda passagem. P7 obteve valores parecidos com o P3, ele obteve 23,1% de erros, o equivalente a 3 alvos na primeira rodada, e melhorou seu desempenho para 9,1% o que representou 1 alvo na segunda.

P5 foi o instruendo que obteve o melhor desempenho de evolução de uma passagem para outra, de 4 alvos atingidos de 7 que apareceram, um total de 57,1% na primeira passagem, ele reduziu seus erros a 0 na segunda, onde apareceram 6 alvos amigos. Sobre P5, I1 comentou “... ele estava hesitando, claramente não identificava o alvo... agora está fazendo certo...” comentário feito durante o desempenho de P5 na sua segunda passagem pela linha de tiro 3.

Esse mesmo resultado, na segunda passagem, foi alcançado por P6 e P8. P6 foi o que obteve o melhor resultado nesse experimento, pois na primeira passagem só atingiu 1 alvo amigo e P8 foi um dos que melhoraram sua identificação dos alvos amigos, iniciando com 2 erros e terminando com 0 erros.

5.4.1.2

Resultado Linha de Tiro – Acertos

O gráfico 5.4.1.2 apresenta a porcentagem dos acertos obtidos por cada instruendo. No eixo x os números representam os instruendos, no eixo y a porcentagem e as colunas os valores de cada passagem pela linha de tiro 3.

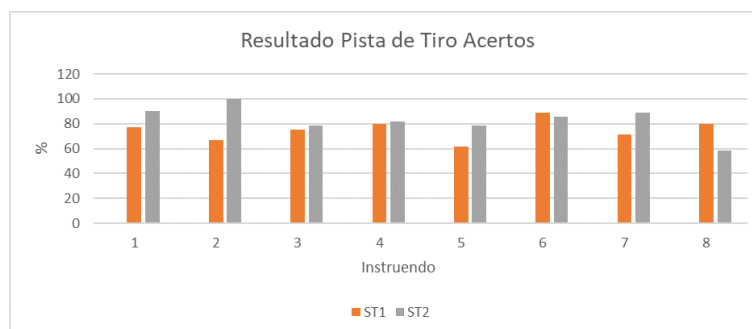


Gráfico 5.4.1.2: Resultados Linha de Tiro 3 - Acertos

Analisando agora os acertos, alvos inimigos atingidos, P1, P5 e P7 melhoraram seus desempenhos de identificar e acertar os alvos inimigos. Na primeira passagem P1 acertou 10 alvos de 13 que apareceram e na segunda o resultado foi 9 de 10. P5 acertou 8 de 13 alvos na primeira e na segunda 11 de 14 e P7 obteve 5 acertos dos 7 alvos que apareceram na primeira passagem e na segunda 8 de 9 alvos. Todos apresentaram uma melhora na identificação dos alvos inimigos.

P2 foi o instruendo com melhor desempenho no critério acertos; ele passou de 66,7% de aproveitamento para 100%. Um detalhe importante ao término da segunda passagem foi o comentário que fez “... tem que focar no que pode gerar ameaça, as mãos...” algo que é ensinado durante os adestramentos de CQB: observar o alvo e identificar se ele é uma ameaça ou não, se muito próximo, qualquer reação que possa ser ofensiva, se a média distância primeiro as mãos, depois os pés e depois o restante do corpo.

P3, P4 e P6 alcançaram resultados parecidos nas suas passagens. Olhando as porcentagens de cada um, P3 com 75 e 78,6, P4 com 80 e 81,8 e P6 com 88,9 e 85,7, os resultados são muito próximos, sendo quase constantes no seu desempenho.

Já P8 foi o único que obteve resultado melhor na primeira passagem, 8 de 10 do que na segunda na qual obteve 7 acertos de 12 alvos. No final da primeira passagem I3 fez um comentário para P8 “... você está muito acelerado, identifica o alvo...”, com isso houve uma mudança de procedimento e os disparos aconteceram depois de um tempo de exposição do alvo e assim P3 comentou “... agora sim...tá identificando...”.

5.4.1.3

Comparação de Resultados

Nessa seção será feita a análise como um todo do Instruendo no seu desempenho de identificar positivamente o alvo, diferenciar o que é ameaça do que não é ameaça e os comentários feitos pelos instrutores e por eles mesmos. Na tabela a seguir será observado como foi o desempenho do instruendo em cada passagem dos gráficos 5.4.1.1 e 5.4.1.2 e verificar se houve percentualmente melhora. Em seguida, outra tabela com os comentários feitos ao término da primeira passagem e antes da segunda, relacionados ao procedimento de identificação do alvo ou/e mudança de postura.

		1ªP	2ªP	Comparação do resultado
P1	Erros	42,9%	10%	Diminuição dos erros e melhora nos acertos
	Acertos	76,9%	90%	
P2	Erros	12,5%	9,1%	Proximidade nos erros e melhora nos acertos
	Acertos	66,7%	100%	
P3	Erros	25%	16,7%	Diminuição dos erros e proximidade nos acertos.
	Acertos	75%	78,6%	
P4	Erros	20%	11,1%	Diminuição dos erros e proximidade nos acertos.
	Acertos	80%	81,8%	
P5	Erros	57,1%	0	Diminuição dos erros e melhora nos acertos
	Acertos	61,5%	78,6%	
P6	Erros	9,1%	0	Diminuição dos erros e proximidade nos acertos.
	Acertos	88,9%	85,7%	
P7	Erros	23,1%	9,1%	Diminuição dos erros e melhora nos acertos
	Acertos	71,4%	88,9%	
P8	Erros	20%	0	Diminuição dos erros e acertos
	Acertos	80%	58,3%	

Tabela 5.4.1.3.1: Comparação resultados

Na Tabela 5.4.1.3.2 estão os comentários relacionados à parte teórica de identificação de alvos e mudanças de posturas observadas pelos instrutores antes do início da segunda passagem pela linha de tiro 3.

Envolvidos	Comentários
P1	"... isso aqui é bom para relembrar como identifica o alvo..."
P2	"... tem que focar no que pode gerar ameaça as mãos..."
I1 comparando as passagens de P5	"... ele estava hesitando, claramente não identificava o alvo... agora está fazendo certo..."
I3 sobre a postura de P8	"... você está muito acelerado, identifica o alvo..." "... agora sim... tá identificando..."

Tabela 5.4.1.3.2: Comentários Relacionados

Olhando os resultados de cada instruendo e associando com os comentários feitos antes do início da segunda passagem pela linha de tiro 3, temos mudanças de postura com melhora no desempenho da simulação. A mudança da postura aconteceu principalmente após a recordação da parte teórica de identificação positiva do alvo e com isso houve uma melhora no desempenho da identificação positiva do alvo.

5.4.2

Simulação Entrada Compartimento

Nesse cenário, os instrutores atribuíram uma nota de 1 a 5 de acordo com o desempenho de cada instruendo na execução dos procedimentos preconizados durante uma entrada em compartimento. Dentro os aspectos temos: aproximação da entrada, tomada de ângulo “fatiar”, procedimentos de entrada e identificação do alvo. A seguir uma breve explicação dessas técnicas de CQB.

- Aproximação da Entrada – Procedimento executado pelo militar visando evitar o cone da morte (figura 5.4.2.1).

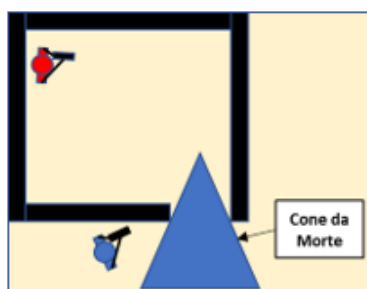


Figura 5.4.2.1: Representação do Cone da Morte

- Tomada de Ângulo – O militar vai ganhando ângulo na entrada para observar o que tem dentro do compartimento, a cada observação um processo de ciclo OODA é feito pelo militar (figura 5.4.2.2).

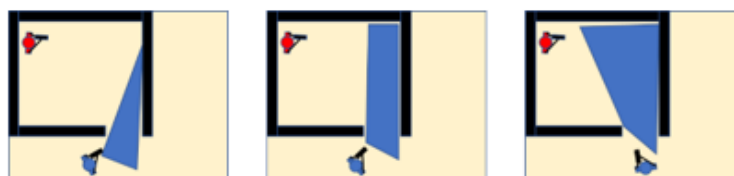


Figura 5.4.2.2: Representação da Tomada de Ângulo

- Procedimento de Entrada – Feita a tomada de ângulo, o militar tem formado em sua mente o cenário que já foi observado e assim deve entrar no compartimento buscando pontos que vão lhe favorecer em um possível engajamento.

- Identificação do Alvo – Identificado qualquer elemento nesse compartimento, o militar deve saber distinguir se ele é uma ameaça ou não.

Além dos critérios acima citados, os Instrutores conheciam a cinemática de cada compartimento, assim era esperado um tipo de reação em cada compartimento. No primeiro onde havia uma NPC armada que apresentaria o armamento ao observar o jogador, a reação esperada era que os instruendos neutralizassem a ameaça. No segundo compartimento o NPC estava com roupas de periferia e realizava movimentos bruscos com as mãos, como se

estivesse dançando, ao entrar em contato com o jogador ele mostrava seu distintivo. Nesse cenário era esperado que o movimento de pegar o distintivo e por parte do objeto ser preto, alguns instruendos iriam atirar no alvo, cerca de metade.

O último cenário foi feito para gerar confusão no instruendo, ao entrar no compartimento o jogador escutava um disparo de arma longa e a NPC vira para o jogador segurando um rolo de massa com as duas mãos, a intenção era fazer com que todos cometessem o erro de disparar no alvo.

Apresentada a explicação dos critérios e expectativas dos instrutores, a seguir temos a tabela 5.4.2 que contém os graus obtidos por cada instruendo em cada compartimento. Os valores correspondem à média das notas dadas pela dupla avaliadora e o grau máximo era 5.

Simulação Entrada em Compartimento								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1º Compartimento	5	5	3,5	5	5	4	5	4,5
2º Compartimento	4	5	5	5	5	4,5	5	3
3º Compartimento	3	3,5	3	5	3	2	3	2,5

Tabela 5.4.2: Resultado da Entrada em Compartimento

Além das notas, outro ponto importante foram os comentários dos Instrutores. O primeiro ponto foi a surpresa do rendimento dos militares no segundo compartimento, pois era esperado que alguns militares atirassem no NPC. Porém, somente P8 atirou no NPC do segundo compartimento, em sequência foi o desempenho de alguns instruendos e suas respostas quando questionados pela Instrutoria.

Como exemplo, temos P2 e P4 que conseguiram identificar a NPC do terceiro compartimento como uma não ameaça, diferente do restante, que atirou na NPC. Quando P2 entrou no compartimento, ele mirou na NPC e realizou o disparo, porém o segundo Instrutor observou que ele tirou o armamento da linha de tiro do alvo no momento final, fato que foi constatado quando foi vista a gravação da sua passagem pelo simulador. I2 o questionou sobre o motivo dele ter feito isso e P2 disse "... quando você está sobre stress às vezes que parece as coisas correm devagar. Eu ia atirar, só que no final eu vi que não era uma arma nas mãos, acho que só deu o tempo de tirar do alvo...", I2 lembrou que ele havia comentado isso também na primeira parte

da simulação e comentou que como ele guardou esse procedimento no último alvo ele não errou.

O Instruendo P4 foi o que mais surpreendeu os Instrutores, ele não atirou na NPC e logo quando acabou a simulação I1 o questionou sobre o motivo de não ter atirado e ele responde “... era um rolo na mão, era um rolo...”. Da mesma forma que P2, P4 observou o ponto de onde poderia vir a ameaça e identificou que a NPC não era uma ameaça.

Os instruendos P1, P5, P6, P7 e P8, após atirarem, já lançaram comentários relacionados a terem caído na pegadinha. Em geral associaram o movimento brusco com um objeto em ambas as mãos e o som do disparo como a trava para não identificarem o alvo de maneira correta. A exceção disso foi P3, que acreditava que aquele tipo de movimento não era natural e isso permitia que ele atirasse. A dupla de instrutores que o avaliou não concordou e corrigiu o procedimento. Nessa situação I1 comentou “... isso foi bom porque só seria visto na real...” e assim pode ser corrigida para evitar um erro que pudesse levar a perda de uma vida.

Essa melhora na identificação do alvo no segundo compartimento e a identificação feita por P2 e P4 como não ameaça a NPC do terceiro compartimento mostrou que o ciclo OODA deles nesses respectivos momentos foi feito de maneira correta e isso aconteceu dentro de um ambiente virtual. Em particular, P2 lembrou os pontos importantes de identificação de alvo do CQB na primeira simulação e trouxe isso para a segunda simulação, e tirou o armamento da linha de tiro da NPC.

5.5

Respostas às Questões

Colhendo os relatos e questionários, tanto dos instrutores como dos alunos, concluímos ter subsídios necessários para responder às 3 questões descritas no capítulo 1 de nosso trabalho.

5.5.1

Simulação de um cenário de CQB pode ser usado para o ensino

Essa era a pergunta que responde se a simulação seria ou não uma ferramenta. As respostas dos aspectos: facilidade de uso da ferramenta, facilidade na avaliação, emprego da ferramenta no aprendizado e comparação com o adestramento normal, tanto para instrutores quanto instruendos, foram muito positivas. Pelas respostas, não houve dificuldades de usar a ferramenta, ajuda na avaliação, para o emprego no ensino existiu um consenso de ambos os grupos da validade do uso e que pode ser comparado a um adestramento normal,

porém não substitui a prática feita no mundo real e sim a complementa e pode acelerar o processo de aprendizado.

Todos os instrutores concordaram com a ideia de usar a ferramenta como uma maneira de otimizar o adestramento de CBQ. Para os Instruendos, por exemplo P3 que achou uma ótima ferramenta para iniciar o adestramento de CQB, P5 coloca que acredita ser importante o uso em escolas de formação, P6 viu a possibilidade de usar a ferramenta em um ponto do adestramento para ganhar tempo no adestramento dos militares. Isso mostra que, na opinião de quem ensina e recebe o ensinamento, a simulação feita pode ser aplicada para o ensino. Assim, temos que a simulação pode ser usada para o ensino de CQB.

5.5.2

Identificar se a simulação pretendida pode ser feita buscando evitar desconforto

Um dos desafios era criar um experimento que pudesse confirmar os parâmetros necessários para as perguntas de pesquisa e que não gerasse nenhum desconforto aos usuários. Uma primeira barreira, em particular, é a experiência prévia de alguns militares com um simulador que havia no batalhão. Os comentários eram de que o militar no mínimo ficava com dor de cabeça ao passar pela simulação e que não era raro alguns vomitarem ao término dela.

Olhando o estilo de jogo que deveria ser feito para o assunto que era o objetivo da pesquisa, a tomada de decisão no CQB, a maior similaridade recai sobre os jogos do tipo FPS, contudo, jogos nesse estilo que estão no mercado usam certos artifícios como teleporte para evitar causar algum tipo de desconforto no usuário [22, 21]. Porém, o uso de teleporte no tipo de simulação pretendido iria inviabilizar o experimento, pois muitos dos pontos a serem observados dependiam do deslocamento real do jogador.

Sendo assim, ao estudar os principais motivos que causam a cybersickness e observando os estudos de Sinitski [23] que apresenta em seu trabalho um experimento onde os militares caminharam em um ambiente virtual por cerca de 45 minutos e ao término da tarefa não apresentaram sintomas maiores que leves, entendi o que deveria evitar e quais seriam alguns dos critérios que deveria adotar para criar a simulação e na escolha do HMD que seria usado no experimento. Com a construção do jogo feita com base nos preceitos para evitar ao máximo situações que pudessem causar cybersickness e a escolha do HMD que também pudesse evitar esse tipo de problema, o experimento trouxe resposta positiva para o trabalho realizado.

Dos dados obtidos no trabalho, três em particular ratificam a afirmação

acima. O primeiro é a resposta dos instruídos no seu questionário nos itens 3 e 4, que têm graus no máximo neutro. Em segundo, o gráfico sobre o questionário SSQ, onde encontramos sintomas no máximo leves experimentados pelos usuários. Por último, a entrevista, onde todos os participantes gostaram da experiência sem relatar de desconforto. Assim, temos que a simulação de um cenário de CQB pode ser feito caso sejam observados e evitados os principais problemas que esse tipo de simulação pode ter relacionado a cybersickness.

5.5.3

Verificar se a realidade virtual pode preparar o militar para a tomada de decisão.

Buscando resposta para a questão na literatura, é comum encontrar a relação do ganho cognitivo em trabalhos voltados para a área da medicina. O trabalho de Varela [28] fala sobre as possibilidades da uso de um ambiente virtual em treinos cognitivos e em seu experimento ele consegue mostrar o ganho cognitivo que os participantes obtiveram na tarefa de memorizar. Porém, a tomada de decisão em questão é a aplicação de parte de um processo lógico chamado OODA, que os militares usam durante o combate. Assim sendo, ainda fica em aberto se esse fato também se aplica em uma situação de combate.

Olhando para a parte militar, encontramos o uso da simulação para o treinamento de pilotos [13], algo que é considerado indispensável e comum para a formação dos pilotos, pois a simulação ajuda o piloto a desenvolver melhor sua resposta a possíveis problemas que possa encontrar em uma situação real. Contudo, ainda temos um campo em aberto: como seria essa resposta cognitiva com os militares que estão na frente do combate. Com relação a isso não foram achados estudos até o presente momento.

Assim, para buscar nossa resposta de maneira quantitativa, podemos observar o desempenho dos instruídos na terceira pista de tiro do primeiro cenário, onde todos de obtiveram uma melhora no desempenho da identificação positiva dos alvos amigos e, com exceção de P8, no mínimo mantiveram seu desempenho na identificação positiva dos alvos inimigos, apresentando assim um ganho de maneira geral em seus desempenhos. No próximo cenário temos dois instruídos que no último compartimento não atingiram a NPC, situação essa que foi feita para causar um erro, e isso aconteceu devido à lembrança do processo de identificação do alvo, parte da instrução de CQB, o que refletiu na tomada de decisão de P4 em não atirar e de P2 em desviar o tiro, mostrando a validade do processo cognitivo dentro do ambiente virtual de maneira quantitativa.

Já de maneira qualitativa, temos as opiniões dos instrutores e dos ins-

truendos, que durante suas entrevistas colocam a importância da simulação para colaborar no refinamento do processo de tomada de decisão. Nos instrutores, I3 e I4 colocaram que a simulação pode auxiliar na identificação dos alvos, pois atua na parte cognitiva. Nos instruendos, P1, P2 e P6 comentaram da importância do que experimentaram para a identificação positiva do alvo, encontrando também uma resposta qualitativa positiva.

5.5.4

Conclusão das Questões

Assim, para o experimento feito com esse respectivo grupo, foi confirmada uma resposta positiva para as questões e confirmado que um ambiente virtual aplicado a elementos de frente de combate pode trazer ganhos cognitivos e auxiliar na tomada de decisão.

No próximo capítulo apresentamos as conclusões gerais da dissertação e fornecemos sugestões para trabalhos futuros.

O novo cenário de conflitos que vem acontecendo ao redor do mundo exige que a Marinha do Brasil prepare seus militares da melhor maneira possível, pois um combate onde não é fácil identificar quem é seu adversário e em um local onde erros podem prejudicar a operação ou mesmo o nome da Força, são a realidade que podemos enfrentar a qualquer momento. Para enfrentar esse tipo de situação, a Marinha do Brasil conta com seu Corpo de Fuzileiros Navais em sua condição de sempre estar pronto para ser empregado.

Porém, preparar seus militares para uma situação tão dinâmica não é uma tarefa fácil. Em paralelo a isso, os métodos usados para essa tarefa costumam ser caros ou não são tão seguros, o que se tornam fatores de impedimento para a boa execução dessa tarefa. Como uma possível resposta para esse problema, o uso da realidade virtual pode ser uma solução para o CFN no cumprimento de suas tarefas.

Assim, o presente trabalho apresentou uma pequena peça desse quebra cabeça que é a preparação do militar para o emprego nessa nova realidade. Aqui verificamos a realidade virtual como ferramenta de apoio na tomada de decisão no CQB, e para essa tarefa verificamos algumas questões como: simular um cenário de CQB pode ser usado para o ensino, identificar se a simulação pretendida poderia ser feita buscando evitar desconforto e verificar se a realidade virtual pode atuar na tomada de decisão.

Para buscar as respostas para essas questões alguns aspectos foram levantados de acordo com cada pergunta. Para a primeira questão buscamos entender os seguintes aspectos: facilidade de uso da ferramenta, facilidade na avaliação, emprego da ferramenta no aprendizado e comparação com o adestramento normal. Na segunda questão o aspecto analisado foi sintomas de cybersickness e para a última questão foi analisado nível de desempenho individual.

Assim, testes e questionários foram aplicados ao grupo de participante composto por 4 instrutores e 8 instruendos do batalhão de operações especiais do CFN, Batalhão Tonelero — o Batalhão que dentro do CFN tem o reconhecimento como o detentor do conhecimento de CQB. Para ter um melhor resultado, a amostra escolhida deveria cumprir os seguintes requisitos, ser Comandos Anfíbios e com considerável tempo de adestramento de CQB.

Com isso foi feito o experimento com os voluntários, onde encontramos respostas para as questões de pesquisa. Com os comentários feitos pelos

participantes bem como as respostas do questionário aplicado foi possível concluir que a simulação de um cenário de CQB pode ser usado para o ensino tanto no seu início como para reforçar o aprendizado. Com os devidos cuidados, a simulação pode ser feita de maneira a evitar que o jogador tenha algum tipo de desconforto e o caminho que deve ser seguido são conhecer os causadores dos principais sintomas de cybersickness dentro do estilo de jogo que foi adotado e buscar evitar esses problemas.

Por último, os resultados encontrados durante as simulações, na primeira onde os instruendos obtiveram uma melhora no desempenho de identificar positivamente o alvo e na segunda onde os instruendos superaram as expectativas dos instrutores com os seus desempenhos durante a simulação, mostraram que a realidade virtual pode atuar na tomada de decisão. Assim, temos que a realidade virtual pode ser usada como uma ferramenta na tomada de decisão no CQB.

Contudo, para o desenvolvimento do trabalho, algumas limitações foram observadas. Durante o experimento, só havia um HMD, o que limitou a fluidez do experimento. O calendário operativo do Batalhão Tonelero no ano de 2021 possuiu poucas janelas onde os militares ficaram disponíveis para realizar o experimento além disso, o simulacro de arma longa que apresentou uma avaria antes do início do experimento e prejudicou um pouco na imersão dos jogadores.

Como sugestões para trabalhos futuros, temos a possibilidade de otimizar a identificação positiva do alvo que o operador realiza, usando em um estudo um HMD que possua a tecnologia de *eye tracking*[11]. Com isso, seria possível verificar quais os pontos de observação e qual caminho está fazendo para isso. Outro ponto é a possibilidade de trabalhar em equipe dentro da simulação e assim verificar como seria feita a identificação em caso de múltiplos alvos.

Referências bibliográficas

- [1] **Aparelho Vestibular - Equilíbrio humano - InfoEscola.** <https://www.infoescola.com/anatomia-humana/aparelho-vestibular/>. Accessed: 2022-01-27. 2.5.1
- [2] **BARBETTA, P. A.; REIS, M. M. ; BORNIA, A. C.. Estatística: para cursos de engenharia e informática.** Atlas, São Paulo (SP), 2010. OCLC: 817169583. 4
- [3] **CARNEGIE, K.; RHEE, T.. Reducing Visual Discomfort with HMDs Using Dynamic Depth of Field.** IEEE Computer Graphics and Applications, 35(5):34–41, Sept. 2015. 2.5
- [4] **CARVALHO, M. R. D.; COSTA, R. T. D. ; NARDI, A. E.. Simulator Sickness Questionnaire: tradução e adaptação transcultural.** Jornal Brasileiro de Psiquiatria, 60(4):247–252, 2011. 4.2.2.3
- [5] **CARRUTH, D. W.; HUDSON, C. R.; BETHEL, C. L.; PLEVA, M.; ONDAS, S. ; JUHAR, J.. Using HMD for Immersive Training of Voice-Based Operation of Small Unmanned Ground Vehicles.** In: Chen, J. Y.; Fragomeni, G., editors, VIRTUAL, Augmented AND Mixed Reality. Applications AND Case Studies, volumen 11575, p. 34–46. Springer International Publishing, Cham, 2019. Series Title: Lecture Notes in Computer Science. 2.4, 2.5, 2.5.1
- [6] **DA CUNHA PENHA, C. O.. A teoria da guerra de manobra.** Centro de Estudos do CFN, (1), 2010. 2.3
- [7] **DAVIS, S.; NESBITT, K. ; NALIVAICO, E.. Comparing the onset of cybersickness using the Oculus Rift and two virtual roller coasters.** 167:12, 2015. 2.5
- [8] **DOS REIS LEHNHART, E.; LÖBLER, M. L. ; TAGLIAPIETRA, R. D.. DISCUSSÃO E APLICAÇÃO DO PROTOCOLO THINK ALOUD EM PESQUISAS SOBRE PROCESSO DECISÓRIO.** Revista Alcançe, 26(1(Jan/Abr)):013, May 2019. 4
- [9] **ECONÔMICO, V.. EUA: Câmara aprova projeto de defesa de US\$ 778 bilhões | Mundo | Valor Econômico.** = <https://valor.globo.com/mundo/noticia/2021/12/08/eua-cmara-aprova-projeto-de-defesa-de-us-778-bilhes.gh.html>. Accessed: 2022-01-16. 1

- [10] GONZÁLEZ-MENDÍVIL, J. A.; RODRÍGUEZ-PAZ, M. X. ; REYES-ZÁRATE, G. G.. **Virtual Reality as a Factor to Improve Productivity in Learning Processes**. In: Ahram, T.; Falcão, C., editors, **ADVANCES IN Usability, User Experience, Wearable AND Assistive Technology**, volumen 1217, p. 762–768. Springer International Publishing, Cham, 2020. Series Title: **Advances in Intelligent Systems and Computing**. 2.3
- [11] **HTC Vive Pro Eye**. <https://vr.tobii.com/integrations/htc-vive-pro-eye/>. Accessed: 2022-02-03. 6
- [12] LELE, A.. **Virtual reality and its military utility**. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 4(1):17–26, Feb. 2013. 1, 2.3, 2.4
- [13] LIU, X.; ZHANG, J.; HOU, G. ; WANG, Z.. **Virtual Reality and Its Application in Military**. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 170:032155, July 2018. 1, 5.5.3
- [14] KELLY, J.; KLESEL, B. ; CHEREP, L.. **Visual stabilization of balance in virtual reality using the htc vive**. *ACM Transactions on Applied Perception*, 16:1–11, 04 2019. 2.5.1, 3.3.1
- [15] KENNEDY, R. S.; LANE, N. E.; BERBAUM, K. S. ; LILIENTHAL, M. G.. **Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness**. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3):203–220, July 1993. 4.2.2.3
- [16] KING, A. C.. **Close Quarters Battle: Urban Combat and “Special Forcification”**. *Armed Forces & Society*, 42(2):276–300, Apr. 2016. 1, 2.2
- [17] MILGRAM, P.; KISHINO, F.. **A taxonomy of mixed reality visual displays**. *IEICE Trans. Information Systems*, vol. E77-D, no. 12:1321–1329, 12 1994. 2.4
- [18] **Oculus**. <https://business.oculus.com/products/specs/>. Accessed: 2022-01-31. 3.3.1
- [19] **Onward - The ultimate VR Mil-Sim tactical shooter**. <https://www.downpourinteractive.com/>. Accessed: 2022-01-27. 3
- [20] **POPULATION: ONE – Battle Royale in VR**. <https://www.populationonevr.com/>. Accessed: 2022-01-27. 3
- [21] PORCINO, T. M.; CLUA, E.; TREVISAN, D.; VASCONCELOS, C. N. ; VALENTE, L.. **Minimizing cyber sickness in head mounted display**

- systems: Design guidelines and applications. In: 2017 IEEE 5TH International Conference ON Serious Games AND Applications FOR Health (SeGAH), p. 1–6, Perth, Australia, Apr. 2017. IEEE. 2.5, 2.5.1, 5.5.2
- [22] PORCINO, T.; RODRIGUES, E. O.; SILVA, A.; CLUA, E. ; TREVISAN, D.. **Using the gameplay and user data to predict and identify causes of cybersickness manifestation in virtual reality games**. In: 2020 IEEE 8TH International Conference ON Serious Games AND Applications FOR Health (SeGAH), p. 1–8, Vancouver, BC, Canada, Aug. 2020. IEEE. 2.5.1, 3.3.1, 5.5.2
- [23] SINITSKI, E.; THOMPSON, A.; GODSELL, P.; HONEY, J. ; BESEMANN, M.. **Postural stability and simulator sickness after walking on a treadmill in a virtual environment with a curved display**. p. 7, 2018. 5.5.2
- [24] STEVENS, J.; MARAJ, C. S.; BADILLO-URQUIOLA, K. A.; MONDESIRE, S. C. ; MAXWELL, D. B.. **Workload Analysis of Virtual World Simulation for Military Training**. p. 11, 2016. 1
- [25] TAN, C. T.; LEONG, T. W.; SHEN, S.; DUBRAVS, C. ; SI, C.. **Exploring Gameplay Experiences on the Oculus Rift**. In: PROCEEDINGS OF THE 2015 Annual Symposium ON Computer-Human Interaction IN Play, p. 253–263, London United Kingdom, Oct. 2015. ACM. 2.5
- [26] THOMAS, M. T. L.. **The Battle of Grozny: Deadly Classroom for Urban Combat**. p. 16. 2.2
- [27] Unity - Unity. <https://unity.com/pt>. Accessed: 2022-01-27. 3
- [28] VARELA-ALDÁS, J.; PALACIOS-NAVARRO, G.; AMARIGLIO, R. ; GARCÍA-MAGARIÑO, I.. **Head-Mounted Display-Based Application for Cognitive Training**. p. 22, 2020. 2.3, 5.2.3, 5.5.3
- [29] Visual Studio: IDE e Editor de Código para Desenvolvedores de Software e Teams. <https://visualstudio.microsoft.com/pt-br/>. Accessed: 2022-01-27. 3
- [30] VIVE. <https://www.vive.com/us/product/vive-cosmos-elite/specs/>. Accessed: 2022-01-31. 3.3.1

8

Anexos

8.1

Anexo A - Perfil do Voluntarios - Instrutor

Nome:

Idade:

Posto/Graduação:

Tempo de adestramento de CQB:

Operações com emprego/ou possível emprego de CQB: (anos)

Experiencia como instrutor:

() Sim () Não

Caso “sim”

Alguma instrução de CQB : () Sim () Não

Caso “sim”

Quanto tempo: (anos)

Já utilizou alguma ferramenta que utiliza realidade virtual? Caso sim, qual?

() Sim () Não

Caso resposta “sim”

Ferramenta:

Como foi a experiencia?

() Muito ruim () Ruim () Nem Ruim/ Boa () Boa () Muito Boa

Com que frequência você utiliza equipamento de realidade virtual?

() Entre nunca e 1 vez por mês

() Entre 2 vezes por mês e 1 vez por semana

() Entre 2 vezes por semana e 1 vez por dia

() Mais de 1 vez por dia

8.2**Anexo B - Perfil do Voluntarios - Instruendo**

Nome:

Idade:

Posto/Graduação:

Tempo de adestramento de CQB:

Operações com emprego/ou possível emprego de CQB: (anos)

Já utilizou alguma ferramenta que utiliza realidade virtual? Caso sim, qual?

☐ Sim ☐ Não

Caso resposta “sim”

Ferramenta:

Como foi a experiencia?

☐ Muito ruim ☐ Ruim ☐ Nem Ruim/ Boa ☐ Boa ☐ Muito Boa

Com que frequência você utiliza equipamento de realidade virtual?

☐ Entre nunca e 1 vez por mês

☐ Entre 2 vezes por mês e 1 vez por semana

☐ Entre 2 vezes por semana e 1 vez por dia

☐ Mais de 1 vez por dia

8.3

Anexo C - Avaliação da Ferramenta - Instrutor

A utilização do equipamento foi...	Muito difícil	(1) (2) (3) (4) (5)	Muito fácil
Usar o Tablet foi...	Muito difícil	(1) (2) (3) (4) (5)	Muito fácil
Avaliar pelo tablet foi...	Muito difícil	(1) (2) (3) (4) (5)	Muito fácil
Você acha que essa simulação poderia ser usada para reforçar o aprendizado?	Discordo totalmente	(1) (2) (3) (4) (5)	Concordo totalmente
Você acha que essa simulação poderia ser usada para iniciar o aprendizado?	Discordo totalmente	(1) (2) (3) (4) (5)	Concordo totalmente
De modo geral, achei a simulação parecida com a realidade?	Discordo totalmente	(1) (2) (3) (4) (5)	Concordo totalmente
Com relação às respostas neste questionário, eu estou...	Discordo totalmente	(1) (2) (3) (4) (5)	Concordo totalmente

8.4

Anexo D - Avaliação da Ferramenta - Instruendo

A utilização do equipamento foi...	Muito difícil	(1) (2) (3) (4) (5)	Muito fácil
Atirar com o armamento foi...	Muito difícil	(1) (2) (3) (4) (5)	Muito fácil
Percebeu alguma diferença entre o deslocamento feito no jogo e o realizado por você?	Muito pouca	(1) (2) (3) (4) (5)	Muito grande
Caso tenha percebido, essa diferença foi...	Muito pouco	(1) (2) (3) (4) (5)	Muito grande
Comparado a realidade, seu nível de tensão foi maior que de um adestramento normal?	Discordo totalmente	(1) (2) (3) (4) (5)	Concordo totalmente
Você acha que essa simulação poderia ser usada para reforçar o aprendizado?	Discordo totalmente	(1) (2) (3) (4) (5)	Concordo totalmente
Você acha que essa simulação poderia ser usada para iniciar o aprendizado?	Discordo totalmente	(1) (2) (3) (4) (5)	Concordo totalmente
De modo geral, achei a simulação parecida com a realidade?	Discordo totalmente	(1) (2) (3) (4) (5)	Concordo totalmente
Com relação às respostas neste questionário, eu estou...	Discordo totalmente	(1) (2) (3) (4) (5)	Concordo totalmente

8.5

Anexo E - Modelo de Avaliação do Instrutor no Ambiente Entrada em Compartimento

Pnº	1º Compartimento	Muito ruim	(1) (2) (3) (4) (5)	Muito bom
	2º Compartimento	Muito ruim	(1) (2) (3) (4) (5)	Muito bom
	3º Compartimento	Muito ruim	(1) (2) (3) (4) (5)	Muito bom

8.6

Anexo E - Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)

Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)

Sintoma	Nenhum	Leve	Moderado	Severo
Mal-estar generalizado				
Cansaço				
Dor de cabeça				
Vista cansada				
Dificuldade de manter o foco				
Aumento de salivação				
Sudorese				
Náusea				
Dificuldade de concentração				
"Cabeça pesada"				
Visão embaçada				
Tontura com olhos abertos				
Tontura com olhos fechados				
Vertigem				
Desconforto Abdominal				
Arroto				

8.7

Anexo F - Perguntas Entrevista

- 1- O que achou do sistema (hardware e software)?
- 2- Como você usaria o sistema?
- 3- Quais os aspectos positivos observados ?
- 4- Quais os aspectos negativos observados?
- 5- Espaço aberto para demais comentarios.