



**Raphael de Souza e Almeida**

**Mapeamento das características do terreno em  
ambiente virtual como ferramenta de apoio ao  
ensino militar**

**Dissertação de Mestrado**

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

Orientador: Prof. Alberto Barbosa Raposo

Rio de Janeiro  
Março de 2020



**Raphael de Souza e Almeida**

**Mapeamento das características do terreno em  
ambiente virtual como ferramenta de apoio ao  
ensino militar**

Dissertação apresentada como requisito parcial para 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. Marcello Gattass**

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Prof. Simone Diniz Junqueira Barbosa**

Departamento de Informática – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 3 de março de 2020

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

## **Raphael de Souza e Almeida**

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

### Ficha Catalográfica

Almeida, Raphael de Souza e

Mapeamento das características do terreno em ambiente virtual como ferramenta de apoio ao ensino militar / Raphael de Souza e Almeida; orientador: Alberto Barbosa Raposo. – Rio de Janeiro: PUC-Rio, Departamento de Informática, 2020.

v., 110 f: il. color. ; 30 cm

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

Inclui bibliografia

1. Informática – Dissertations. 2. Realidade Virtual;. 3. Experiência do usuário;. 4. Ambiente Sintético de Treinamento.. I. Raposo, Alberto Barbosa. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

A minha mãe, pelo seu pelo exemplo, em vida,  
de dedicação e superação.

## Agradecimentos

Ao meu Professor Orientador, Alberto Barbosa Raposo, e Oficial Orientador dentro do Corpo de Fuzileiros Navais, Alexandre de Menezes Villarmosa, pela palavra amiga e direção correta, possibilitando o cumprimento desta missão.

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

Almeida, Raphael de Souza e; Raposo, Alberto Barbosa. **Mapeamento das características do terreno em ambiente virtual como ferramenta de apoio ao ensino militar**. Rio de Janeiro, 2020. 110p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este estudo apresenta o SVETT (Simulador Virtual de Estudo Topotático do Terreno), um simulador criado com o intuito de auxiliar, no estudo do terreno, os Oficiais-Alunos dos Curso de Aperfeiçoamento Avançado de Oficiais do Corpo de Fuzileiros Navais (C-ApA-CFN), a bordo do Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo (CIASC), Unidade onde são formados, especializados ou aperfeiçoados os Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil, que futuramente serão responsáveis pelo planejamento e condução de Operações Militares. O SVETT permite recriar uma região qualquer no globo terrestre, onde é possível inserir o aluno nessa área e, com os recursos visuais disponibilizados ao instrutor, permite maior facilidade na transmissão de seus conhecimentos, permitindo aos alunos observar detalhes antes apenas imaginados no terreno real. Este recurso funciona como um intermédio entre a teoria e a prática, majorando o conhecimento do aluno antes da sua ida ao exercício no terreno. Avaliamos o simulador com 12 usuários, sendo 7 alunos e 5 instrutores, onde obtivemos resultados positivos no que diz respeito ao processo ensino e aprendizagem. Os resultados sugerem também melhorias para que o simulador seja adequado para todo tipo de usuário, independentemente das suas características, além de uma proposta de estudos futuros.

## Palavras-chave

Realidade Virtual; Experiência do usuário; Ambiente Sintético de Treinamento.

## Abstract

Almeida, Raphael de Souza e; Raposo, Alberto Barbosa (Advisor). **Mapping terrain features in a virtual environment as a support tool for military education.** Rio de Janeiro, 2020. 110p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This study introduces the SVETT (Simulador Virtual de Estudo Topotático do Terreno), a simulator designed to assist, on the terrain study, the Officers-Students of the Advanced Training Course for Marine Corps Officers (ATCMCO), aboard the Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo (CIASC), Unit where the Marines of the Brazilian Navy are trained, specialized or improved, which in the future will be responsible for planning and conducting Military Operations. TTSS allows one to recreate a region of any part of the globe where it is possible to position the student in that area and, with the visual aids available to the instructor, make it easier to convey the instructor's knowledge, enabling students to view details that usually were only imagined at the real terrain. This feature acts as an intermediary resource between theory and practice, enhancing student's knowledge prior to their terrain exercise. We evaluated the simulator with 12 users, 7 students and 5 instructors, where we obtained positive results with regard to the teaching-learning process. The results also suggest improvements so that the simulator is suitable for all types of users regardless of its characteristics, in addition to a proposal for future studies.

## Keywords

Virtual Reality; User experience; Syntetic Training Environment.

## Sumário

1	Introdução	15
2	Contexto	18
2.1	Corpo de Fuzileiros Navais	18
2.2	O estudo dos aspectos topotáticos do terreno	20
2.3	Ambientes Sintéticos de Treinamento (AST)	24
3	Trabalhos relacionados	26
4	SVETT - Simulador de Estudo Topotático do Terreno	28
4.1	Processo resumido de design da ferramenta	28
4.2	Implementação da conexão	31
4.3	Interface do instrutor	34
4.4	Interface do Aluno	44
4.5	Interface do aluno	45
4.6	Calendário de trabalho	52
5	Avaliação	55
5.1	Layout da interface dos instrutores	55
5.2	Avaliação dos Instrutores	56
5.3	Avaliação dos Alunos	57
6	Resultados e análise	60
6.1	Instrutores	60
6.2	Alunos	64
7	Conclusão	80
8	Referências bibliográficas	84
9	Apêndices	88

## Lista de figuras

Figura 2.1	Tropa de Fuzileiros Navais realizando patrulhamento em uma região de Porto Príncipe, capital do Haiti. Foto do autor	19
Figura 2.2	O Desembarque anfíbio tem por finalidade projetar poder, a partir de uma Força Naval, para um território hostil ou potencialmente hostil. Fonte: Livro Branco de Defesa Nacional, ano 2012 [2]	20
Figura 2.3	Simulador Virtual de Tiro Indoor: interação segundo situação apresentada aos militares. Foto do autor	25
Figura 2.4	Simuladores de Artilharia: a esquerda a peça de uma bateria de ASTROS relacionada ao Simulador Virtual ASTROS, e a direita duas peças de artilharia normalmente guiadas pelo Observador de Artilharia (este normalmente adestrado pelo Simulador Virtual de Observador de Artilharia). Fonte: Revista Tecnologia e defesa, 11 de outubro de 2018.	25
Figura 4.1	Interface do instrutor mostrando a tela central e os quatro painéis laterais	35
Figura 4.2	Podemos observar três opções de visualização: a) observação da carta militar, b) observação do quadro branco disponível para desenhos e c) observação dos slides a serem enviados	35
Figura 4.3	Na cor vermelha envolvemos os botões que ativam a tela contendo a carta militar, na azul está envolto o botão que ativa o quadro branco e na cor verde o que ativa a opção contendo os slides.	36
Figura 4.4	RaycastHit lançando um raio a partir de um ponto de origem na direção perpendicular a Carta Militar do instrutor.	38
Figura 4.5	Interface utilizada pelo aluno observando o terreno e a carta disponibilizada	44
Figura 4.6	Desenho feito no quadro branco da interface do instrutor da “fig. 4.2”.	46
Figura 4.7	Aluno observando o ponto cardeal “N” e as quadrículas no terreno (a numeração indica a coordenada na carta militar).	47
Figura 4.8	Aluno está sendo guiado a olhar para o lado esquerdo, sendo possível observar o objeto pré fabricado.	48
Figura 4.9	Visão do terreno contendo a elevação iluminada. Esta elevação está circulada na carta militar.	49
Figura 4.10	Visão do terreno contendo o desenho feito pelo instrutor. O desenho efetuado foi o mesmo da “fig. 4.2”	49
Figura 4.11	Visão do terreno contendo a apresentação de slides do instrutor. O slide apresentado foi o mesmo da “fig. 4.2”	50
Figura 4.12	Observação do aluno pelo HMD nas duas opções de visibilidades disponíveis: a) Restrição da visibilidade pela noite e b) visibilidade com o a luz do sol.	52
Figura 5.1	Interface utilizada por ocasião dos experimentos.	56
Figura 5.2	Cinemática dos experimentos.	57
Figura 6.1	Resultados do questionário 2 que visa avaliar a ferramenta	60

Figura 6.2	Resultados do questionário 2 que visa avaliar a ferramenta	62
Figura 6.3	Resultados do questionário 3, que visam comparar as ferramentas	63
Figura 6.4	Resultados do questionário 3, que visam avaliar individualmente as ferramentas	63
Figura 6.5	Resultados do questionário 2 que visa avaliar a ferramenta	64
Figura 6.6	Resultados do questionário 2 que visa avaliar a ferramenta	65
Figura 6.7	Resultados do questionário 2 do cenário terreno comparando as médias das avaliações.	75

## Lista de tabelas

Tabela 2.1	Gastos necessários para conduzir um grupo contendo 30 Oficiais-Alunos e 22 militares da equipe de instrução.	23
Tabela 4.1	Calendário de metas concluídas por semestre.	54
Tabela 6.1	Índice dos itens do gráfico da “Fig. 6.7 contendo as perguntas do questionário 2 e média final das notas.	75
Tabela 6.2	Resultados do questionário 3 que visam avaliar individualmente as ferramentas.	76
Tabela 6.3	Índice de questões elaboradas para o questionário 3.	76

## Lista de algoritmos

Algoritmo 1	Função utilizada no envio de dados para os clientes	88
Algoritmo 2	Função da Classe NetworkManager utilizada para o envio de dados	89
Algoritmo 3	Classe DesktopNetworkManager utilizada no recebimento de dados	90
Algoritmo 4	Função alterada dentro da Classe “FileTransClientMessageDispatcher”	91
Algoritmo 5	Classes utilizadas para envio de dados	92
Algoritmo 6	Classe usada na funcionalidade Orientação: neste caso a variável “action” é a opção desejada	93
Algoritmo 7	Algoritmo usado para o posicionamento da mancha circular que ilumina a elevação	94
Algoritmo 8	Algoritmo usado no posicionamento da placa contendo o nome da elevação	95

## Lista de símbolos

AST – Ambiente Sintético de Treinamento

C-ApA-CFN – Curso de Aperfeiçoamento Avançado do Corpo de Fuzileiros Navais

CFN – Corpo de Fuzileiros Navais

CIASC – Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo

END – Estratégia Nacional de Defesa

ET – Exercício no Terreno

FFE – Força de Fuzileiros da Esquadra

GLO – Garantia da Lei e da Ordem

HMD – Head Mounted Display

MB – Marinha do Brasil

MINUSTAH – Missão de Paz das Nações Unidas para a estabilização do Haiti

MNF – Mobile Network Framework

PE – Ponto Estação

PO – Ponto de Observação

RV – Realidade Virtual

SVETT – Simulador Virtual de Estudo Topográfico do Terreno

TB – Tema Base

TCP – Transmission Control Protocol

UNIFIL – Força Interina das Nações Unidas no Líbano

*“Ver um mundo em um grão de areia e um  
céu numa flor selvagem é ter o infinito na  
palma da mão e a eternidade em uma hora.”*

**William Blake, .**

# 1

## Introdução

A Marinha do Brasil tem como missão “Preparar e empregar o Poder Naval, a fim de contribuir para a defesa da Pátria. Estar pronta para atuar na garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem; atuar em ações sob a égide de organismos internacionais e em apoio à política externa do País; e cumprir as atribuições subsidiárias previstas em Lei, com ênfase naquelas relacionadas à Autoridade Marítima, a fim de contribuir para a salvaguarda dos interesses nacionais” [1].

O cumprimento desta grande quantidade de tarefas é possível graças a amplitude de ambientes operacionais<sup>1</sup> em que ela é capaz de operar. Para cada ambiente, um Comando subordinado recebe a responsabilidade específica, cabendo as operações terrestres à Força de Fuzileiros da Esquadra [2], composta pelo Corpo de Fuzileiros Navais (CFN), que encontra-se permanentemente em condição de pronto emprego, para assegurar sua capacidade de projeção de poder do mar para a terra [3].

Para que a tarefa citada acima seja cumprida da melhor maneira possível, um planejamento detalhado e bem estruturado se faz necessário [4]. Seu preparo é feito por pessoal altamente treinado e capaz de interpretar todos os dados disponibilizados, que envolvem normalmente aspectos relacionados ao relevo, inimigo, vegetação e clima, conhecidos como aspectos Topotáticos do terreno [4]. Um detalhe importante a destacar é a necessidade constante de preparo e capacitação de pessoal para desempenhar essa função.

Entendemos como aspectos topotáticos a união entre as características topológicas, que são as conformações dos relevos de uma determinada região, incluindo sua cobertura (vegetal, rios, construções), e os aspectos táticos, que são estudos voltados à utilização desse relevo com a finalidade de se aproveitar suas características para se obter sucesso no cumprimento de uma tarefa estabelecida, que pode ser derrotar uma Força Adversa ou até mesmo estabelecer uma posição defensiva.

Ensinar e adestrar militares a respeito deste tipo de atividade por vezes é difícil dentro de uma sala de aula fechada. Por isso os alunos são normalmente levados a diferentes regiões, de forma que possam ter um melhor contato com o terreno e entender o que deve ser considerado para seu estudo. Esses deslocamentos, por vezes distantes e sem apoio logístico da Unidade, geram

<sup>1</sup>São ambientes operacionais: espaço aéreo, superfície das águas, abaixo da superfície das águas e terrestre.

custos elevados com pessoal e material.

Baseado na tendência mundial onde o desenvolvimento de diferentes categorias de simuladores [5] possibilita um treinamento com maior qualidade e o conseqüente preparo da Tropa e, considerando sempre o fato de que um exercício real nunca deve ser substituído, uma grande oportunidade surge na seguinte pergunta: e se os Oficiais-Alunos já chegassem ao local de adestramento já possuindo um primeiro contato prévio com a região, ou seja, já tendo dirimido as dúvidas mais básicas e restando apenas as atividades mais complexas ou peculiares?

Buscando na literatura trabalhos relacionados que pudessem prover um embasamento teórico e prático sobre a utilização de simuladores, com vistas a facilitar o processo ensino-aprendizagem, não foram encontrados, até a data desta publicação, trabalhos voltados para a interação entre o instrutor e o aluno, em um Ambiente próprio para tal. Estudou-se então soluções com vistas permitir um ambiente adequado para a ministração de uma instrução com a maior disponibilidade de recursos instrucionais possível, onde chegou-se à solução proposta.

Pela imersão em um Ambiente Sintético de Treinamento reproduzido com precisão, o primeiro contato com o terreno poderia ser feito já em sala de aula. Com a disponibilidade de recursos que o terreno real não possibilita, como desenhar no terreno para uma explicação, os resultados dessa interação trariam grandes benefícios do ponto de vista educacional, criando condições para um melhor aproveitamento durante o treinamento no terreno propriamente dito. Com isso o aprendizado poderia aumentar de forma significativa.

Nesse sentido propomos o Simulador Virtual para Estudo Topotático do Terreno (SVETT), um simulador que, através da utilização das suas ferramentas, tem a finalidade de facilitar a transmissão de conhecimento do instrutor, bem como unificar o entendimento dos alunos. O objetivo deste estudo é projetar e desenvolver a ferramenta de estudo proposta, além de avaliar se o uso dos diferentes recursos disponíveis contribuem para a aprendizagem dos usuários.

Para isso foram levantadas as seguintes questões que nortearam nosso trabalho:

1. A ferramenta projetada possui recursos que permitem a condução de uma instrução sobre o estudo Topotático do terreno em um Ambiente Sintético de Treinamento (AST);
2. Os recursos disponibilizados facilitam a transmissão de conhecimento para os alunos;

3. O conteúdo ministrado para os alunos por meio da ferramenta evita distorções no entendimento, de forma que todos compreendam, da mesma forma, a informação dada pelo instrutor;
4. Os recursos disponibilizados tanto para o instrutor como para o aluno em suas interfaces são facilmente acessíveis;
5. O conteúdo ministrado é assimilado pelo aluno e efetivamente memorizado;

Desenvolvemos o SVETT e o avaliamos com 12 usuários, sendo 5 instrutores e 7 alunos. Os resultados sugerem que, utilizando primeiro o SVETT, os alunos terão maior facilidade quando estiverem participando do exercício no terreno fruto do primeiro contato com a região.

A próxima seção contextualiza a situação atual do Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil. O capítulo que se segue apresenta os trabalhos relacionados com este estudo. Em seguida, descrevemos o simulador proposto. A seção seguinte detalha o processo de avaliação do simulador, incluindo os participantes, procedimento e método de avaliação. Os resultados encontrados são apresentados na seção adiante. Posteriormente, apresentamos a discussão de nosso estudo e as conclusões finais.

## 2

### Contexto

O presente capítulo versa sobre o Corpo de Fuzileiros Navais (CFN), tecendo comentários sobre suas origens, características e atividades realizadas. Posteriormente detalha aspectos importantes a serem considerados sobre o estudo do terreno, e finaliza abordando aspectos relativos aos Ambientes Sintéticos de Treinamento (AST).

#### 2.1

##### Corpo de Fuzileiros Navais

O CFN é uma tropa profissional e voluntária, em permanente condição de emprego, de caráter expedicionário por excelência, essencial para a defesa das instalações navais e portuárias, bem como dos arquipélagos e ilhas oceânicas nas águas jurisdicionais brasileiras, para assegurar o controle das margens das vias fluviais durante as operações ribeirinhas e para atuar em operações internacionais de paz e em ações humanitárias [2].

##### 2.1.1

###### Origem

Criada em Portugal em 28 de agosto de 1797, por Alvará da rainha d. Maria I, chegou ao Rio de Janeiro em 7 de março de 1808, acompanhando a família real portuguesa que transmigrava para o Brasil, sendo chamado primeiramente de Brigada Real da Marinha.

Ao longo dos anos, o CFN recebeu diversas denominações: Batalhão de Artilharia da Marinha do Rio de Janeiro, Corpo de Artilharia da Marinha, Batalhão Naval, Corpo de Infantaria de Marinha, Regimento Naval e, finalmente, desde 1932, Corpo de Fuzileiros Navais. Na década de 1950, o CFN estruturou-se para emprego operativo como Força de Desembarque, passando a constituir parcela da Marinha destinada às ações e operações terrestres necessárias a uma campanha naval.

##### 2.1.2

###### Atividades

Sendo responsável pela formação, preparo e emprego de seus militares, suas atividades envolvem tanto a capacitação como utilização em operações reais, cabendo respectivamente aos Centros de Instrução e a Força de Fuzileiros da Esquadra (FFE) a sua realização.

A Força de Fuzileiros da Esquadra (FFE) é uma Força organizada, treinada e equipada para executar Operações Anfíbias<sup>1</sup> e terrestres de amplitude limitada. Porém, devido às ações provenientes das Operações Anfíbias serem concentradas em terra, é possível seu emprego em uma gama de atividades relacionadas.

As tropas de Fuzileiros Navais vêm sendo empregadas ultimamente em diversos tipos de operações. Neste aspecto podemos destacar a Operação São Francisco, onde os militares foram empregados no complexo da maré realizando operações para a Garantia da Lei e da Ordem (GLO) [7].

Outro tipo de Operação, este focando a segurança da população, foram a Jornada mundial da juventude e Copa das Confederações [8], sendo posicionadas com a finalidade de executar a segurança de regiões tanto marítimas como terrestres.

Um terceiro tipo, focando a atuação sob a égide de Organizações internacionais, é a Missão de Paz das Nações Unidas para a estabilização do Haiti (MINUSTAH) [9](fig. 2.1) e a Força Interina das Nações Unidas no Líbano (UNIFIL) [10], sendo empregados sob a égide da ONU em Operações de Paz tanto em terra e no mar.



Figura 2.1: Tropa de Fuzileiros Navais realizando patrulhamento em uma região de Porto Príncipe, capital do Haiti. Foto do autor

<sup>1</sup>Operações Anfíbias consistem na projeção de poder, a partir de uma força naval localizada no mar, para uma região litorânea hostil, contendo locais de importância operativa, normalmente portos ou aeroportos [6]. Uma operação anfíbia é caracterizada pela integração de forças treinadas, organizadas e equipadas, com funções de combate diferentes. Tais operações, apesar de geralmente finalizadas em terra, visam à obtenção de objetivos de uma campanha naval.

### 2.1.3

#### Características

O Corpo de Fuzileiros Navais (fig. 2.2) possui as características de flexibilidade, versatilidade, mobilidade e permanência. Seus soldados-marinheiros são aptos tanto para a vida de bordo como para o combate em terra e os seus meios são apropriados para o embarque em navios e posterior desembarque em terra [11]. Esta parcela da Marinha do Brasil, por estar em condição permanente de pronto emprego e, somando-se à flexibilidade que o permite operar em regiões terrestres, está constantemente se preparando para a condução de Operações Militares.



Figura 2.2: O Desembarque anfíbio tem por finalidade projetar poder, a partir de uma Força Naval, para um território hostil ou potencialmente hostil. Fonte: Livro Branco de Defesa Nacional, ano 2012 [2]

Para a manutenção desta flexibilidade e capacidade Operativa para a condução das Operações Militares, é importante que todos entendam suas tarefas, onde se torna imprescindível a criação de Documentos Operativos de qualidade [12], capazes de entender e explorar os aspectos Topotáticos do terreno [4].

## 2.2

### O estudo dos aspectos topotáticos do terreno

Ensinar militares a estudar uma região para a realização de operações militares por vezes é difícil dentro de uma sala de aula fechada. Uma maneira possível de resolver esse problema seria observar uma imagem e compará-la com um carta topográfica, o que, na maioria das ocasiões, é muito difícil por não transmitir uma noção espacial adequada. Por isso os alunos são

normalmente levados a diferentes regiões, de forma que possam ter um melhor contato com o terreno e entender o que deve ser considerado para seu estudo. Nessas oportunidades todos ocupam posições em locais que permitam a melhor observação do terreno e em boas condições, o que são, geralmente, o topo das elevações mais altas.

Para iniciar o conteúdo, precisamos entender o processo onde procuramos observar as características do terreno que pode influenciar decisivamente as ações em um certo local, conhecido como "Giro do Horizonte".

Por definição, "Giro do Horizonte" é a identificação em uma Carta Militar (CM) dos vários pontos do terreno, que é formado até o horizonte. Esta linha é limitada a uma distância de 4 quilômetros por causa da dificuldade de observar além desta distância sem equipamentos adequados. Os critérios ou precauções que deve a serem levados em consideração são os seguintes [13]:

1. Ocupar uma posição que melhor observe a região a ser estudada, geralmente um Ponto de Observação (PO) que chamaremos de Ponto Estação (PE);
2. Determinar o PE (localização atual) e orientar a carta militar (CM), que consiste em posicioná-la em conformidade com o terreno, alinhando seu Norte ao Norte na região a ser observada;
3. Realizar uma inspeção sumária dos mais notáveis acidentes próximos, identificando-os com a carta militar, para garantir que a orientação esteja correta;
4. Ficar ao lado daqueles que assistirão ao apresentação do "Giro do Horizonte";
5. Apresentar o PE;
6. Apresentar a direção geral do Norte (ou Sul);
7. Dividir o terreno a ser identificado em linhas (faixas ou setores);
8. Para cada linha, iniciar a identificação da esquerda para a direita e do mais próximo para mais longe; e
9. Apresentar os detalhes altimétricos e depois os detalhes planimétricos.

Este estudo facilita o entendimento à medida que observamos as principais características da região e sua conformação. Após esta fase iniciamos o estudo tático do terreno, onde efetuamos uma série de estudos e comparações

entre faixas do terreno<sup>2</sup> com a finalidade de melhor explorá-lo. Importante ressaltar que, por não ser possível posicionar os meios no terreno antes de uma operação militar, existe a necessidade de se “imaginar” os aspectos militares tais como Unidades Militares, instalações, entre outros.

### 2.2.1 Dificuldades

Conduzir o pessoal militar para um treinamento fora da área de aquartelamento exige uma grande quantidade de material e pessoal. Para a execução dos exercícios, a disponibilidade de tempo, os custos ligados à logística, o pessoal envolvido e a preparação do treinamento pelos instrutores devem ser considerados.

Planejar e preparar um treinamento envolve vários detalhes, como: a necessidade de veículos para deslocar com as equipes (em alguns casos, requer a compra de passagens aéreas e terrestres), procurar alojamento e alimentação para o pessoal envolvido (em cidades onde não há Unidade Militar próxima), conhecimento da segurança do local onde será executado, reconhecimento de posições, verificar as mudanças e a preparar os detalhes da instrução.

O tempo disponível para tais preparações é curto devido ao horário escolar, o que é prejudicial para a melhor exploração e, dada a possibilidade de grandes deslocamentos às vezes necessários para alcançar o posições, o tempo para instruções é prejudicado. Outro fator importante se deve à inviabilidade da execução de adestramentos adicionais caso exista a necessidade destes para complementar o assunto (cada exercício no campo consome, em média, 10 dias, incluindo reconhecimento, preparação e treinamento o que, somando-se ao pouco tempo disponível para os Exercícios, dificulta a alocação de tempo extra).

Tomando como base o Curso de Aperfeiçoamento Avançado do Corpo de Fuzileiros Navais (C-ApA-CFN) do ano de 2018, composto por 30 Oficiais-Alunos e 22 militares da equipe de instrução, para tornar um adestramento possível, existem custos referentes a deslocamento, hospedagem e alimentação. A Tabela 2.1 exhibe os gastos realizados com passagens e alimentação para os exercícios do respectivo ano.

Para localidades mais próximas, como é o caso de Macaé, os militares efetuaram o deslocamento por meios próprios, porém, quando as distâncias envolvidas são muito grandes, como Aracaju, que dista cerca de 1850Km da

<sup>2</sup>Faixas do terreno são setores de observação que podem variar em distância e direção utilizados para analisar os detalhes de toda a região [4]

cidade do Rio de Janeiro, existe a necessidade de gastos com passagens aéreas visto que o tempo de deslocamento comprometeria a execução do exercício<sup>3</sup>.

Em que pese a grande diversidade de nosso país, esses deslocamentos se fazem mister para os Oficiais-Alunos terem noção das peculiaridades das diferentes regiões do Brasil.

LOCALIDADE	ALIMENTAÇÃO	DESLOCAMENTO	TOTAL
Seropédica / RJ	R\$ 11.520,00	R\$ 1035,00	R\$ 12.555,00
Itaóca / RJ	R\$ 5.670,00	R\$ 8.180,00	R\$ 13.850,00
Macaé / RJ	R\$ 29.205,00	R\$ 320,00	R\$ 29.525,00
Aracaju / SE	R\$ 29.205,00	R\$ 41.140,00	R\$ 70.345,00
Itajaí / SC	R\$ 37.260,00	R\$ 38.526,60	R\$ 75.786,60
Ladário / MS	R\$ 37.260,00	R\$ 49.898,00	R\$ 87.158,00

Tabela 2.1: Gastos necessários para conduzir um grupo contendo 30 Oficiais-Alunos e 22 militares da equipe de instrução.

Por se tratar de uma região normalmente afastada de centros urbanos e em locais pouco povoados, onde pessoal uniformizado está envolvido, existem aspectos a serem observados, como transporte do pessoal até os locais de estudo, além de segurança nas áreas de adestramento. Esta demanda de pessoal é relativamente grande, podendo influenciar na rotina das Unidades por se tratar de um período considerável de afastamento, assim como na ausência dos militares de seus lares.

Com a finalidade de se verificar possíveis alterações que por ventura tenham ocorrido na área desde o último exercício, bem como definir os assuntos a serem abordados, além de todo o estudo necessário para se preparar uma aula, 90% dos instrutores normalmente iniciam o deslocamento para a região cerca de 5 dias antes.

Um aspecto importante a ser considerado é o fato de nem sempre ser possível ter no quartel um lugar com características que se aproximem das que serão encontradas na área de treinamento, o que auxiliaria na preparação tanto dos Instrutores como dos alunos para o exercício. Neste caso a inserção dos alunos em um Ambiente de Realidade Virtual poderia trazer benefícios aos adestramentos.

<sup>3</sup>Em pesquisa realizada na internet, iniciando o deslocamento as 07h30 do dia 20 de novembro de 2019, a previsão de chegada seria as 18h26 do dia 21 de novembro. Considerando o tempo disponível para o adestramento de 5 dias, período em que os Oficiais-Alunos dispõem no calendário escolar para tal, todo o exercício teria que ser feito em apenas um dia [14]

## 2.3

### Ambientes Sintéticos de Treinamento (AST)

A indústria 4.0 ou quarta Revolução Industrial envolve um conjunto grande de inovações tecnológicas, impulsionando a criação de produtos e serviços cada vez melhores. Essa revolução tem a simulação como uma de suas nove principais tecnologias. A simulação utiliza a modelagem baseada em um sistema computacional para criar um programa, que representa o todo ou uma parte de um processo [15].

Nesse contexto, a simulação em realidade virtual é uma das ferramentas inovadoras que abre novos horizontes. Suas tecnologias de baixo custo, como HTC Vive e Sony PlayStation VR, são atualmente empregados em inúmeros campos, como design de arquitetura, treinamento militar e educação, e sugerem o próximo passo para inovações tecnológicas em diversas outras áreas como biologia e a medicina [16].

Em se falando de treinamento militar, os Ambientes Sintéticos de Treinamento (AST), que são modelos gerados por computador para os participantes experimentarem e interagirem intuitivamente em tempo real [17], vêm se destacando em diversas atividades, onde podemos citar, entre diversos outros, a sua utilização tanto de simuladores de aviação como de ambientes de tomada de decisão em ambientes urbanos [18], adestramentos comumente difíceis de serem executados individualmente ou com poucos recursos logísticos.

De maneira geral o treinamento em um AST possui a vantagem de permitir um amplo espectro de cenários para os diferentes tipos de treinamentos, além de ocorrer na segurança de um ambiente controlado. Sua prática pode majorar o desempenho do pessoal no Exercício real, dirimindo dúvidas antes mesmo do contato com o local de instrução, além da possibilidade de clarear possíveis questões que por ventura tenham permanecido mesmo após o término dos adestramentos no terreno real.

O conceito de Ambiente sintético de treinamento, atualmente no Corpo de Fuzileiros Navais, é empregado nos três simuladores de tiro indoor existentes (fig. 2.3), onde os militares podem ser inseridos em diversos contextos operacionais, forçando o grupo a tomar decisões fruto da situação apresentada.

Além deste, dois simuladores com a finalidade de exercitar as atividades referentes ao apoio prestado pelas peças de artilharia<sup>4</sup> (fig. 2.4) são utilizados. Um primeiro, o Simulador Virtual de Observador de Artilharia, é utilizado com

<sup>4</sup>As peças de Artilharia tem como algumas de suas possibilidades: executar tiros precisos, com o calibre e tipo de munição adequados, sob o maior número possível de condições de visibilidade, atmosféricas e de terreno; e proporcionar a iluminação do campo de batalha. Em alguns casos ela necessita, devido as grandes distâncias envolvidas, de um militar qualificado para corrigir os disparos efetuados, com a finalidade de alcançar o efeito desejado.



Figura 2.3: Simulador Virtual de Tiro Indoor: interação segundo situação apresentada aos militares. Foto do autor

a finalidade de observar os locais de impacto dos disparos efetuados, efetuando correções necessárias. O segundo, conhecido como Simulador Virtual ASTROS, simulando os procedimentos referentes à artilharia de foguetes, com a peça conhecida como Lançador Múltiplo de Foguetes, capaz de realizar disparos a distancias que chegam a cerca de 90km.



Figura 2.4: Simuladores de Artilharia: a esquerda a peça de uma bateria de ASTROS relacionada ao Simulador Virtual ASTROS, e a direita duas peças de artilharia normalmente guiadas pelo Observador de Artilharia (este normalmente adestrado pelo Simulador Virtual de Observador de Artilharia). Fonte: Revista Tecnologia e defesa, 11 de outubro de 2018.

Com a implementação das tecnologias acima, os treinamentos melhoraram significativamente, fornecendo importantes resultados e contribuindo com o aprestamento da tropa.

### 3

## Trabalhos relacionados

Dos diferentes estudos na literatura, destacamos aqueles onde encontramos dados que, em linhas gerais, nos fornecem conceitos relevantes para a criação de uma ferramenta capaz de alcançar nosso objetivo.

Horst Liske [19] demonstra a validade em utilizar treinamentos baseados em computador (do inglês Computer-Based training - CBT) como forma de fixar o conteúdo tendo como a finalidade o preparo para futuras avaliações. Ele conclui em seu trabalho que a utilização dessa plataforma fornece uma boa visão geral do conhecimento adquirido pelos alunos em algumas áreas. Esse conceito utilizado entre as aulas e o exercício no terreno real como forma de verificação da aprendizagem possibilita aos alunos conhecerem como ocorrem as avaliações, bem como permite que as dúvidas que antes apareciam somente nos exercícios propriamente ditos apareçam antes, aumentando a qualidade do adestramento.

Maarten van Veen [20], em seu livro, aborda diversos aspectos relativos à validação de adestramentos utilizando os seguintes tipos de simulação: viva, quando pessoas de verdade operam sistemas de armas de verdade, Virtual, quando pessoas de verdade estão em um ambiente virtual, e construtiva, quando existe a simulação de tropas operando em um ambiente simulado. São enfatizados nesta publicação aspectos como a influência do realismo da simulação com a finalidade de preparar o militar para o combate, possibilitando, por vezes, que este entre em conflito armado sem hesitação.

Ele discorre também as formas de validação: prática, industrial, militar e política. Na validação prática ele descreve como a realidade é modelada e validada na prática. Na validação industrial ele relata a importância dos requisitos para o desenvolvimento do sistema pois canalizam esforços de vários atores, entre eles os vendedores e os compradores. Na validação militar os simuladores são adquiridos ou até mesmo construídos pelos militares para resolver um problema específico. Na validação política é feita uma conexão entre os debates dos aspectos políticos e as questões levantadas durante o desenvolvimento, aquisição e uso do Simulador de Treino Militar.

Kay Palkhivala et al. [21] descrevem as estratégias para a criação de plataformas para treinamento baseado em computador (do inglês Computer-Based Training - CBT). Eles citam diversas observações sobre sistemas de aprendizagem. Foi constatado que as preferências para os métodos de aprendizagem dos usuários são aulas individuais, seguindo uma aula estruturada, a

observação de uma demonstração, usando um manual ou descobrindo por si mesmo. Outro fato encontrado foi que as pessoas gostam de ser entretidas por vídeos, respostas personalizadas e aplicações interativas.

Alex W. Stedmon et al. [17], em seu estudo, versa sobre a importância do treinamento em simuladores como ferramenta de capacitação para os militares. Em conjunto com o exame da ergonomia cognitiva da Realidade Aumentada, foi realizado um trabalho adicional sobre o potencial de feedback de treinamento em uma tarefa complexa de tomada de decisão baseada em atividades reais envolvendo Operações Navais. Além deste estudo, foi desenvolvido e discriminado, com uma Força Aérea e dois exemplos navais, o atual estágio de implementação de tecnologias de ambiente virtual em treinamento militar. Como ficou evidente, o treinamento avançado ainda usa principalmente realidade virtual e é usado principalmente como parte de cursos de treinamento avançado, em vez de integrado ao ambiente de trabalho operacional.

Baseado nos resultados desses estudos constatamos que, em linhas gerais, eles se complementam e fornecem conceitos importantes para a criação de uma experiência agradável. Porém, ao observarmos suas características, eles remetem apenas para treinamentos práticos, onde a teoria já foi transmitida, não levando em consideração a possibilidade de transmissão de conhecimento entre o instrutor e o aluno para a troca de conhecimento durante o processo ensino-aprendizagem.

Um aspecto importante no tocante à observação citada, em que pese o tipo de instrução ser voltado para o estudo das características do relevo de uma região e a exploração de possíveis situações no terreno, não foram encontrados, na literatura, trabalhos voltados para a interação entre o instrutor e o aluno em um ambiente próprio para tal.

Sendo assim, desenvolvemos uma ferramenta que utiliza suas facilidades implementadas com o objetivo de possibilitar melhorias na transmissão de conhecimento da forma como atualmente ocorrem na Metodologia Convencional, buscando sanar falhas no processo que porventura ocorrem fruto de desentendimentos oriundos da dificuldade do instrutor em se fazer entender. Esta solução é apresentada no capítulo a seguir.

## 4

### SVETT - Simulador de Estudo Topotático do Terreno

O SVETT é um simulador utilizado para o estudo dos aspectos topológicos e táticos do terreno, conhecido como aspectos Topotáticos.

A plataforma é dividida em duas interfaces, onde tanto instrutor como aluno utilizam uma mesma região do globo terrestre. Uma primeira, a ser utilizada pelo instrutor para transmitir os dados que os alunos devem observar, utiliza principalmente a Carta Militar da região e, por não utilizar realidade virtual, pode vir a ser um laptop, desktop ou tablet. Já a outra interface, a ser utilizada pelo aluno, utiliza um Head Mounted Display (HMD) para ser inserido no terreno sinteticamente criado, com a finalidade de observar as informações enviadas pelo docente.

A área escolhida observa os locais normalmente utilizados pelo curso, pelo seu potencial de aprendizagem e exploração dos assuntos abordados em sala, sendo a aplicação desenvolvida também com foco na utilização durante os períodos entre a parte teórica e prática.

Para a criação da aplicação foi utilizada a linguagem de programação C# bem como a plataforma *Unity* [24] e o *Microsoft Visual Studio* [25].

O presente capítulo está dividido em 5 seções, sendo a primeira responsável por discorrer sobre o processo que levou a implementação do nosso simulador. Esta seção visa analisar o contexto dos alunos do C-ApA-CFN, onde chamaremos o processo de ensino-aprendizagem atual de Metodologia Convencional (MC), além de elucidar do estado final desejado e elencar os requisitos necessários para atingir este estado e a intervenção proposta. A segunda seção destacará a implementação dos aspectos relativos à conexão entre o Servidor (gerado por meio da interface do instrutor) e o cliente (aluno). A seguir, na terceira seção, será detalhada a interface do instrutor. Já a quarta seção detalhará a interface do aluno. A quinta seção finaliza tecendo comentários sobre o calendário de trabalho utilizado.

#### 4.1

##### Processo resumido de design da ferramenta

Para desenvolvermos nossa solução proposta, buscamos entender a situação do curso ministrado aos alunos do Curso de Aperfeiçoamento Avançado de Oficiais do Corpo de Fuzileiros Navais (C-ApA-CFN) do Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo (CIASC), Unidade onde são formados, especializados ou aperfeiçoados os Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil [22]. O

estudo está voltado para estes alunos devido o seu constante contato com esse tipo de instrução. Estes seguem a MC a seguir.

#### 4.1.1

##### **Metodologia convencional**

Descreveremos a metodologia pelas etapas comumente realizadas durante o processo ensino - aprendizagem para transmitir conhecimentos atinentes ao estudo topotático do terreno. Elas consistem em duas fases.

A primeira fase, que ocorre nas salas de aula a bordo do CIASC, é composta por aulas teóricas onde o instrutor se vale de recursos instrucionais, tais como projetor, computador e quadro branco, para apresentar o conteúdo a ser ministrado.

Neste momento são apresentados os conceitos necessários e terminologias a serem utilizadas para a condução dos estudos no terreno e desenvolvimento do processo de planejamento, além da realização de exercícios envolvendo a confecção de planos de operações militares, utilizando apenas Cartas Militares de diversas regiões futuramente visitadas na segunda fase.

Esta etapa segue uma organização onde os alunos ocupam seus locais na sala conforme o modelo tradicional<sup>1</sup> e o instrutor o seu local no tablado para ensinar. Tendo os tempos de aula alocados para a primeira etapa terminados, eles deslocam para a área correspondente ao exercício realizado em sala com a finalidade de praticar os conhecimentos adquiridos, o que ocorre em uma segunda parte.

A segunda fase ocorre em uma área previamente estudada em sala, ocupando o topo de elevações onde é possível observar a região de forma adequada à permitir a análise do terreno. Esta parte é caracterizada pelo deslocamento dos alunos para os locais antes utilizados em seus exercícios de planejamentos, com a finalidade de observar a região antes vista apenas em uma carta militar, além de efetuar comparações e verificar no terreno os conceitos aprendidos. Esta etapa é caracterizada por debates, que consistem em uma série de perguntas e respostas sobre o conteúdo absorvido em sala e discussões sobre as possibilidades e limitações das tropas na região.

Tanto a primeira como a segunda fases acontecem várias vezes durante o ano corrente, podendo ocorrer de forma alternada ou, por vezes, cumulativa, concentrando planejamentos para serem explorados posteriormente em uma única região, de diferentes formas.

<sup>1</sup>Modelo tradicional é composto por uma sala de aula onde as mesas dos alunos são posicionadas em fileiras individuais justapostas em linhas paralelas, todas voltadas em direção a um tablado e quadro negro [23]

Esta metodologia por vezes pode não atingir o seu efeito desejado por existirem fatores que dificultam os ensinamentos, como por exemplo na primeira fase, onde são exibidos nos slides das aulas fotos e desenhos dos tipos de elevações, não transmitindo em sua totalidade a noção real das conformações, bem como na segunda fase a necessidade de se visualizar os detalhes posicionados imaginariamente pelo instrutor na região, dificultando o entendimento correto do aluno.

Todos estes fatores, tanto na primeira como na segunda fases, contribuem para possíveis dificuldades durante o tempo de adestramento disponível por ocasião da ida ao terreno, dificultando atingir o estado final desejado proposto a seguir.

#### **4.1.2**

##### **Estado final desejado**

Para um maior aproveitamento dos adestramentos, virtude os altos custos envolvidos, disponibilidade de pessoal e tempo existente, os alunos já deveriam chegar ao local do Exercício no Terreno contendo um conhecimento prévio mais detalhado sobre a região, tendo estudado e observado previamente os aspectos topológicos e táticos básicos em uma região muito similar a do exercício real, possibilitando o estudo e análises táticas mais aprofundadas por ocasião dos adestramentos realizados nas regiões, explorando melhor os conhecimentos teóricos aprendidos em sala.

A partir desta meta estabelecida, foram definidos os requisitos necessários com a finalidade de orientar a criação da ferramenta.

#### **4.1.3**

##### **Requisitos necessários**

Analisando a situação atual, quando da instrução no terreno, constatamos que os instrutores por vezes possuem dificuldade em passar para os alunos alguns conceitos fruto da necessidade de se imaginar as Unidades Militares ou medidas de coordenação destas nos locais, com isso o entendimento sobre o assunto pode vir a ser distorcido. Outro fato observado é a dificuldade de apresentar o conteúdo da instrução fruto da ausência de recursos instrucionais adequados no terreno, como apresentação de slides ou até mesmo a capacidade de desenhar esboços.

Casos assim geram consequências como erros conceituais diversos, tais como locais adequados para desenvolvimento das manobras militares, dificuldades em sanar dúvidas após o retorno às Unidades, ausência de um local

parecido para discussões sobre o assunto entre outras, que poderiam ser evitados se existissem condições de se observar estes locais novamente.

Com as tecnologias disponíveis atualmente seria possível a criação de uma região semelhante ao local a ser estudado, ou de qualquer outro, por meio da criação de Ambientes Sintéticos de Treinamento (AST) e, com a adição de capacidade de interação entre o instrutor e o aluno, seria possível uma instrução de forma a majorar o conhecimento adquirido pelos alunos antes mesmo de irem ao terreno, ou depois caso existam dúvidas pendentes.

Desta forma, nossa solução envolve os seguintes requisitos:

- Criação de regiões semelhantes aos locais futuramente estudados pelos alunos;
- Criação de uma interface entre o instrutor e o aluno que possibilite o estudo do terreno de forma a evitar desentendimentos, de forma a utilizar a região criada;
- Inserção de recursos instrucionais normalmente utilizados em sala de aula, como projetor de slides e quadro branco;
- Inserção de recursos, passíveis de serem explorados pelo instrutor, que permitam aos alunos observar aspectos normalmente inseridos imaginariamente pelo docente; e
- Possibilidade da observação de diferentes pontos de vista, seja na mudança de visibilidade ou mudança de posição, com a finalidade de facilitar a interpretação do aluno com aspectos relacionados às dificuldades da tropa e ponto de vista de tropas inimigas.

Para atingir os requisitos necessários implementamos nossa solução conforme descrito nas seções seguintes.

## 4.2

### Implementação da conexão

Na aplicação as duas interfaces citadas anteriormente são conectadas segundo o modelo cliente-servidor. Esse modelo permite que vários alunos se conectem como clientes a um servidor, neste caso, o instrutor, e sejam capazes de observar os recursos visuais enviados pelo docente.

### 4.2.1

#### Conexão Cliente-servidor

A comunicação entre os equipamentos ocorre por meio de uma rede interna através de uma conexão Transmission Control Protocol (TCP) [26].

Devido à dificuldade de se encontrar, na literatura, conteúdo atualizado que estabelecesse uma comunicação segura entre o cliente e o servidor compatível com a versão da Unity utilizada (versão 2018.3.0f2), adquiriu-se o asset Mobile Network Framework (MNF) [27]. Este asset tem a capacidade de estabelecer uma comunicação na rede, tanto cabeada como sem fio, entre dispositivos móveis e PC, estando na plataforma Android ou Windows<sup>2</sup>, o que proverá maior flexibilidade no equipamento a ser utilizado pelos instrutores e alunos.

### 4.2.2

#### Envio de dados

Em nossa aplicação os dados são transmitidos apenas do instrutor para o aluno e há a necessidade de mensagens leves para transmissão, com a finalidade de evitar demora nas aulas. Os dados transmitidos se resumem a imagens e informações do que deve ser feito na plataforma do aluno, tais como comandos sobre o que deve ser executado e descrições sobre o que deve ser criado.

Todos os objetos, a exceção de imagens, foram criados e já estão disponíveis na interface do aluno, sendo necessário receber apenas um comando relativo à funcionalidade a ser executada. Para tal foram criadas 5 classes com a finalidade de padronizar os dados a serem enviados, que serão vistas mais à frente. Para este trabalho não foram implementadas respostas ou envio de dados dos alunos para os instrutores, ficando registrada sua possibilidade para atividades futuras.

Para a implementação da conexão foram criadas novas classes para o envio e recebimento de dados, bem como realizadas alterações em alguns dos algoritmos do asset MNF com a finalidade de gerenciar os dados que passam da interface do instrutor para a do aluno, detalhadas a seguir por interface.

#### 4.2.2.1

##### Classe para envio de dados da Interface do Instrutor

Esta Classe é responsável, além das atividades inerentes ao instrutor, em estabelecer o servidor. Em que pese o fato de apenas enviarmos comandos e dados da instrução para o aluno, foi criada classe “Network Manager” tanto para estabelecer o servidor, por meio da função “OnStartServer” observado

<sup>2</sup>Dados coletados do site. Porém foram efetuados, por ocasião dos experimentos, testes com computadores que utilizam a plataforma IOS (Apple) obtendo resultados positivos.

no algoritmo 1 como para gerenciar o envio de dados, valendo-se da função “JsonTransfer” (“Algoritmo 2”). Esta foi criada em substituição ao script “FileTransServerButtonTrigger.cs”, existente no asset MNF adquirido.

#### 4.2.2.2

##### **Classe para recebimento de dados pela Interface do aluno**

Devido a grande quantidade de alunos que utilizarão simultaneamente a aplicação<sup>3</sup>, optou-se pelo aluno se conectar como cliente. Sendo assim, ele deve ser capaz de receber os diferentes dados oriundos do instrutor, distribuindo-os conforme atividade específica. Importante ressaltar que o dado recebido deve ser o mais sucinto possível, reduzindo ao máximo a espera na geração dos recursos instrucionais e mantendo o ritmo da aula.

Da mesma forma que a interface do instrutor, foi criada a corrotina “RunDrawImage” (Apêndice C) dentro o script “DesktopNetworkManager”, em substituição ao script “FileTransClientButtonTrigger.cs”, com a finalidade de gerenciar os dados. Neste caso, os dados são recebidos, porém, ao recebê-los, ele verifica qual a atividade a que se propõe e o encaminha para a classe que fará a leitura de todos os dados. Isto se deve aos diferentes tipos de classes criadas para reduzir o trâmite pela rede.

Com isso, devido ao fato dos dados recebidos normalmente serem enviados à classe citada anteriormente, foi feita uma edição no script “FileTransClientMessageDispatcher.cs”, responsável pela constante verificação junto a rede se existem dados a serem recebidos, com a finalidade de se direcionar os arquivos recebidos para serem gerenciados e transmitidos, posteriormente, às suas classes específicas. O código alterado pode ser visto no Apêndice D a este documento. Os dados a serem enviados são padronizados conforme as classes criadas explicadas a seguir.

#### 4.2.3

##### **Classes para padronização dos dados a serem enviados**

Com a finalidade de estabelecermos padrões para o preparo e envio de dados e reduzir o volume de tráfego de informações pela rede foram criadas 5 classes, conforme as atividades básicas realizadas pela aplicação, a saber:

- DesktopProjection, com a finalidade de alterar a posição dos alunos no terreno. Para isso são necessárias as coordenadas de destino;

<sup>3</sup>Atualmente o Curso de Aperfeiçoamento Avançado, utilizado para os experimentos explicados nos capítulos seguintes, conta com cerca de 60 alunos

- DesktopDeploy, objetivando inserir objetos estáticos e dinâmicos no terreno. Neste caso é preciso saber o objeto, o seu tipo (estático ou dinâmico) e a sua localização;
- DesktopCommand, possibilitando transmitir comandos a quaisquer atividades necessárias. Sem a necessidade de envio de dados adicionais;
- DesktopDraw, permitindo inserir desenhos a serem projetados tanto no terreno como no quadro branco. São necessários a finalidade (projeção no terreno ou desenho em quadro branco), o tipo de objeto, sua cor e suas coordenadas;
- DesktopSlides, enviando imagens. Neste caso a imagem utilizando a extensão de arquivo “.PNG” é necessária.

Cabe ressaltar que, para o envio dos dados, estas 5 classes são utilizadas como padrão em um dicionário e, após a inserção dos dados necessários, fruto das iterações entre o instrutor e o computador, é feita sua codificação para bytes e enviado para a interface do aluno.

As próximas seções detalharão as funcionalidades das interfaces de nossa ferramenta disponíveis para o cumprimento de nosso objetivo. Todas as ferramentas existentes utilizam os recursos já explicados acima para a transmissão dos dados.

## 4.3

### Interface do instrutor

A interface do instrutor é responsável pelo envio dos dados a serem exibidos no Ambiente Virtual onde está inserido o aluno, de forma a facilitar a transmissão do conteúdo a ser ministrado. Nela, são selecionados os recursos conforme a necessidade, utilizando a simbologia inserida nas opções de visualização disponíveis para observar o que foi enviado para o terreno sintético.

De maneira geral a interface é composta por uma tela central, onde 3 opções de visualização diferentes podem ser exibidas concorrentemente, conforme a função solicitada, além de 4 painéis laterais, sendo um em cada lado da tela, como podemos observar na “Fig. 4.1”. Tanto os painéis laterais como as opções de visualização serão explicadas a seguir.

#### 4.3.1

##### Opções de visualização

Esta aplicação possui 3 opções de visualização da interface disponíveis para uso pelo instrutor conforme observamos na "fig. 4.2", entre elas uma carta

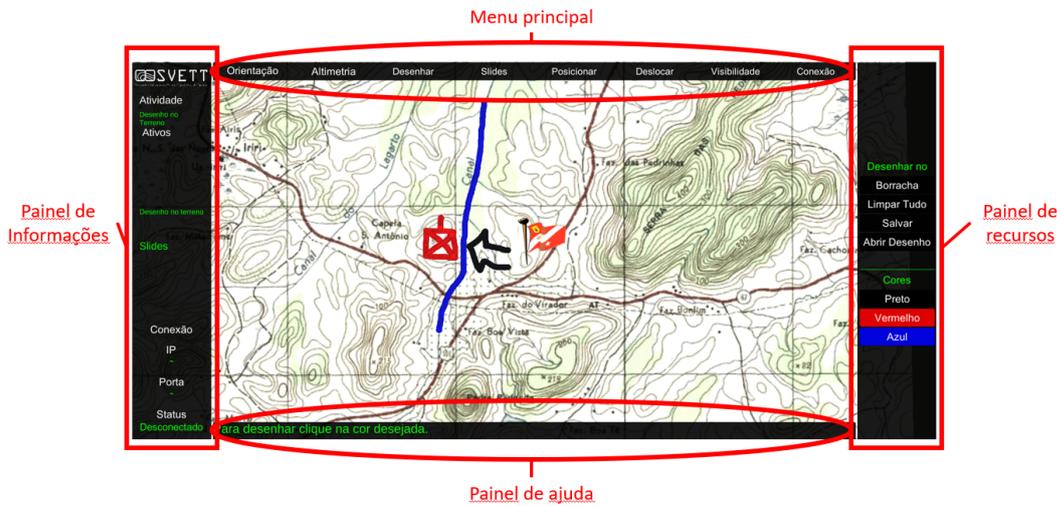


Figura 4.1: Interface do instrutor mostrando a tela central e os quatro painéis laterais

topográfica<sup>4</sup>, um quadro branco e uma tela em condições de projetar slides.

Cada opção de visualização é exibida conforme a atividade selecionada no menu principal. As atividades serão detalhadas mais adiante na seção “Interface do instrutor”.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1812802/CA



Figura 4.2: Podemos observar três opções de visualização: a) observação da carta militar, b) observação do quadro branco disponível para desenhos e c) observação dos slides a serem enviados

A visualização da região a ser estudada é possível por meio da carta

<sup>4</sup>Cartas Topográficas: São aquelas confeccionadas mediante um levantamento topográfico regular ou compiladas de cartas topográficas existentes e que incluem os acidentes naturais e artificiais, permitindo facilmente a determinação de altitudes [28].

topográfica, tendo a posição do aluno marcada com a bandeira do Corpo de Fuzileiros Navais (CFN). A “Fig. 4.2 item a)” exibe a tela inicial e está disponível para as atividades do menu principal que utilizam efetivamente o terreno para as interações, sendo elas a Orientação, Altimetria, Desenhar no terreno, Posicionar tropas estáticas e dinâmicas e Deslocar.

Esta tela possui a capacidade de aumentar e diminuir o zoom, além da movimentação de sua carta. A maioria dos símbolos utilizados por ocasião das interações entre os recursos disponíveis e o terreno, quando existentes, seguem o padrão da simbologia militar. Nos casos onde não foi padronizado uma simbologia militar, como é o caso da barraca de 10 homens, um desenho de forma a denotar o item foi estabelecido.

Além da carta topográfica, outras 2 opções estão disponíveis, todas relacionadas a materiais normalmente utilizados em sala. Como observamos na “Fig. 4.2 item b)”, onde uma lousa, que está relacionada à opção para desenhar em quadro branco, possibilita a confecção de desenhos com a finalidade de exibir esboços de manobras ou quaisquer outro tipos de rascunhos. A “Fig. 4.2 item c)”, exibe uma tela que permite a projeção de apresentações, onde é possível projetar slides<sup>5</sup> de forma a auxiliar sua explanação. Em ambos os casos os recursos visuais são inseridos no ambiente do aluno de forma diegética<sup>6</sup>.

Cabe ressaltar que a troca de telas se dá automaticamente de acordo com a opção selecionada no menu principal. A “fig. 4.3 discrimina as opções que ativam as respectivas visualizações.



Figura 4.3: Na cor vermelha envolvemos os botões que ativam a tela contendo a carta militar, na azul está envolto o botão que ativa o quadro branco e na cor verde o que ativa a opção contendo os slides.

<sup>5</sup>Por ocasião da meta estabelecida para o desenvolvimento do projeto, os slides se limitam a apenas imagens, sem a possibilidade do envio de animações ou vídeos

<sup>6</sup>Inserindo as informações necessárias ao jogador em algum elemento que faça parte do contexto daquele ambiente [29].

### 4.3.2

#### Painéis da interface do instrutor

É através dos painéis laterais que se pode selecionar os recursos instrucionais a serem enviados, bem como se obter informações relativas à conexão com o alunos e os objetos visíveis na interface deste, conforme visualizados na “figura 4.1”. Eles estão divididos em menu principal, painel de informações, painel de ajuda e painel de recursos.

O painel superior, chamado de menu principal, agrupa por atividade os principais tipos de opções disponíveis, abrindo submenus com funcionalidades específicas que disponibilizarão os recursos a serem efetivamente utilizados. De acordo com a atividade desejada, a opção de visualização que melhor se adéqua é exibida.

O painel esquerdo, chamado de painel de informações, fornece informações sobre o que está acontecendo durante a aplicação. Lá são exibidos:

- A atividade em execução, exibida na parte superior;
- Os recursos ativos na interface do aluno, exibido na parte central do painel, de forma a permitir o controle do que está sendo exibido no terreno sintético; e
- Dados relativos à conexão como IP, porta utilizada e o status da conexão.

O painel inferior, chamado de painel de ajuda, fornece instruções fruto das opções escolhidas no menu principal e painel de recursos, orientando sobre os procedimentos a serem adotados para envio das informações de forma correta.

O painel direito, chamado de painel de recursos, exibe as funcionalidades existentes nas opções escolhidas no menu principal. Neste painel serão selecionados os recursos que efetivamente irão interagir com a visualização disponibilizada.

Todos os painéis exibidos são criados manualmente e ajustados por script conforme a resolução inicial da tela utilizada. Para isso, ao iniciar a aplicação, ele verifica o tamanho da tela e realiza as alterações necessárias.

### 4.3.3

#### Funcionalidades do instrutor

Seguem as funcionalidades disponíveis do ponto de vista do instrutor. Esta interface armazena as informações das interações em uma lista e as envia para a interface do aluno conforme as classes de envio de dados citadas anteriormente. Além disso, disponibiliza lembretes e permite observar os dados enviados de acordo com a visualização utilizada para tal.

Tanto para a seleção dos locais na carta topográfica a serem posicionados os objetos como para a confecção de desenhos é utilizada a estrutura RaycasHit [30]. Este recurso lança, a partir de um ponto de origem da cena, um raio na direção desejada conforme a “fig. 4.4”. Ao colidir com um determinado objeto ele pode realizar uma série de atividades, entre elas obter a posição e a cor do pixel onde houve o impacto, porém, em nosso caso, utilizaremos apenas as coordenadas do ponto onde o raio colidiu, seja na carta militar ou o quadro branco, variando apenas os objetos a serem posicionados, conforme serão explicados posteriormente em cada funcionalidade. Todas as funcionalidades realizam suas tarefas principais em uma Corrotina [31], sendo executada em paralelo ao programa<sup>7</sup>.

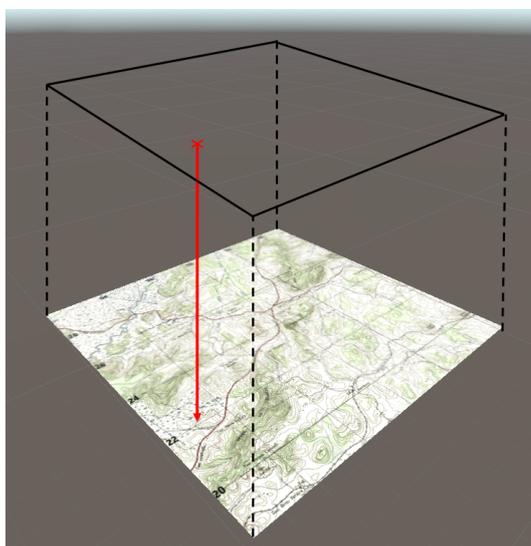


Figura 4.4: RaycastHit lançando um raio a partir de um ponto de origem na direção perpendicular a Carta Militar do instrutor.

#### 4.3.3.1 Orientação

Funcionalidade que tem como objetivo orientar o aluno no terreno quanto ao seu posicionamento em relação a uma carta militar. Serve para auxiliar o aluno no cumprimento das primeiras etapas do giro do horizonte, onde ele deve apresentar sua posição, conhecida como Ponto Estação (PE) e orientar os demais quanto a direção geral do Norte. Para isso, a tela exibida é a carta topográfica.

Tem como opções do painel de recursos:

- Exibir os pontos cardeais;

<sup>7</sup>A realização das atividades em paralelo à execução do programa evita redução desempenho da aplicação, permitindo maior fluidez nas atividades.

- Apontar para um local ou direção no terreno, chamando a atenção dos discentes para determinado detalhe; e
- exibir quadrículas<sup>8</sup>, permitindo uma noção espacial e de localização no terreno Sintético.

Do ponto de vista do envio de dados, tanto a exibição dos pontos cardeais como das quadrículas são atividades que não necessitam de muitos detalhes, demandando apenas o envio de um comando para exibi-los ou não. Assim, quando uma das opções é selecionada, o comando é enviado pela rede e é exibido no painel de informações o lembrete de que estes recursos estão ativos na interface do aluno.

Porém, para apontar para uma localização no terreno é necessário determinar na carta a posição que se deseja direcionar. Sendo assim, ao selecionar a opção, deve-se selecionar, na carta, o local a ser enviado para o aluno. Para isso foi estabelecida uma corrotina e, nela, uma função para aguardar a posição a ser enviada ser selecionada (Apêndice F). Após a seleção do ponto o lembrete estará ativo no painel de informações e o dado será enviado para a interface do aluno.

#### 4.3.3.2 Altimetria

Uma maneira de estudar os aspectos táticos do terreno é marcando elevações cuja importância nas ações está em servir como referência<sup>9</sup>. Neste contexto, esta opção serve para auxiliar o aluno na condução do giro do horizonte, permitindo que ele confirme o local onde deve se conduzir<sup>10</sup> os demais.

Este recurso consiste no envio de um comando para exibir ou ocultar a altura selecionada, especificando em qual elevação deve ser executado o comando ou se será executado em todas ao mesmo tempo.

De maneira geral, consiste em uma lista de elevações pré estabelecidas a serem iluminadas com uma mancha preta no seu cume onde, no ponto

<sup>8</sup>Quadrículas: série de linhas retas que se cruzam a intervalos regulares, formando quadrados que podem ser facilmente designados pelos números indicativos das retas que se cruzam no seu canto inferior esquerdo [4]

<sup>9</sup>Para o estudo topológico do terreno, o aluno deve, na condução do "giro do horizonte", conduzir o demais estudantes de forma a observarem as elevações de importância operativa no terreno. Já para o estudo tático, estas elevações, por diversos aspectos entre eles sua conformação, servem para marcar locais por onde as peças de manobra passarão ou defenderão.

<sup>10</sup>Entende-se como condução a maneira como apontar para uma determinada localização. Neste caso normalmente inicia-se um tipo de "deslocamento" a partir da posição do condutor descrevendo o caminho teoricamente percorrido em linha reta até a elevação desejada, apontando referências neste trajeto.

mais próximo do centro da elevação, o nome desta é exibido, de forma a não atrapalhar sua observação na carta militar.

### 4.3.3.3 Desenhar

Esta ferramenta possibilita efetuar desenhos em dois locais diferentes. O primeiro tipo, chamado de “Terreno”, permite inserir no terreno do aluno marcações em forma de esferas, podendo gerar desenhos se posicionadas em sequência. Este recurso utiliza uma carta militar na interface do instrutor para efetuar os desenhos e serve para ressaltar aspectos do terreno tais como hidrografia, planimetria e estradas, bem como exibir medidas de coordenação das peças de manobra, entre outros.

O segundo, chamado de “Quadro branco”, utiliza uma tela branca denotando um quadro branco e permite exibir ao aluno rascunhos de forma não-diegética<sup>11</sup>. Neste caso, o aluno observa uma tela contendo o desenho do instrutor. Detalhes relativos às possibilidades dos alunos quanto a tela serão detalhados na interface do aluno.

Do ponto de vista da interface do instrutor este, ao selecionar o tipo de desenho a ser utilizado, é levado à tela de desenho correspondente (no caso do desenho no terreno, a carta militar e, no caso do rascunho em quadro branco, uma lousa). Lá ele possui, em seu painel de recursos, a possibilidade de limpar toda a tela, apagar como uma borracha, salvar o desenho, abrir o desenho e escolher entre as 3 cores principais de um desenho militar (preto, branco e vermelho). Ao selecionar a cor desejada, automaticamente já se pode iniciar os esboços pressionando o botão esquerdo do mouse, que serão enviados ao aluno a medida que se solta o botão após o desenho.

Para efetuar os desenhos, na perspectiva do instrutor, é utilizada a estrutura raycastHit, onde para o observador é empregada uma câmera ortogonal posicionada de forma a captar toda a carta militar ou quadro branco. A partir da posição da câmera, ao clicar com o botão esquerdo do mouse, é utilizada a mesma posição “X” e “Z” da posição selecionada, inserindo o valor de “Y” da câmera. Tendo esses dados de posicionamento como origem, utiliza-se o raycastHit na direção perpendicular à carta topográfica. No local da colisão com o collider da carta é instanciado um objeto tendo como cor o GameObject contendo a cor selecionada anteriormente.

Os dados transmitidos consistem na atividade desempenhada, Coordenadas cartesianas e qual o GameObject utilizado (cada GameObject possui

<sup>11</sup>Inserindo as informações necessárias ao jogador em algum elemento que não faça parte do contexto daquele ambiente [29].

uma cor diferente). A classe utilizada é a “DesktopDraw”, que contém todos os dados acima.

#### 4.3.3.4 Slides

O SVETT tem como facilidade a projeção dos slides, comumente utilizados em sala, no terreno do aluno de forma não-diegética (a diferença consiste na impossibilidade, desta versão da aplicação, em exibir animações e vídeos). Sendo assim, os alunos não precisarão retirar os HMD para observar a aula por completo, o que poderia gerar desconforto.

Para utilizar esta opção, o usuário, antes do envio e como forma de preparar a apresentação, deve gerar os arquivos de imagem individualmente, exportando todos os slides como arquivo “.PNG”<sup>12</sup>. Esta opção gera uma pasta contendo a apresentação onde cada slide é um arquivo e sua nomenclatura segue uma ordenação numérica padrão. O programa reconhece automaticamente esta ordenação e, caso algum arquivo na sequência não esteja presente ele segue para o próximo, além de identificar o término e o início da apresentação.

Para o envio das imagens ele utiliza a Classe “DesktopSlides”, responsável pelo armazenamento dos bytes da imagem a ser enviada e sua identificação para a interface do aluno. Através da opção “Iniciar” o usuário deve selecionar a pasta contendo os slides a serem apresentados. Com isso os arquivos serão selecionados de acordo com a sequência da apresentação. Ao passar ou retroceder um slide o próximo arquivo é selecionado e enviado para o aluno. A opção de ocultar e exibir desativa e ativa, respectivamente, o GameObject utilizado para exibir a imagem vista pelo aluno.

#### 4.3.3.5 Posicionar

Esta atividade permite dois tipos de posicionamento: o primeiro, chamado “estático”, posiciona objetos de forma inerte no terreno do aluno. O segundo, chamado “Dinâmico”, posiciona tropas capazes de realizar animações e interações entre si.

Esta funcionalidade tem como finalidade a transmissão de uma noção para o aluno da amplitude de um determinado desdobramento<sup>13</sup> no terreno.

<sup>12</sup>Para o caso do programa *Microsoft PowerPoint* deve-se selecionar as opções arquivo/Exportar/Alterar Tipo de Arquivo/Formato PNG (\*.png).

<sup>13</sup>Desdobramentos é o nome dado ao posicionamento e disposição das peças de manobra no terreno, com suas distâncias e camuflagens.

Em ambos os casos, é necessário selecionar o local onde serão posicionados os objetos, porém, no caso do posicionamento dinâmico, deve-se selecionar, após escolhida a posição do objeto, sua posição de destino.

Para o posicionamento “estático” o painel de recursos disponibiliza as seguintes funcionalidades:

- Ocultar todos: apaga todos os objetos inseridos no terreno;
- Ocultar: apaga o objeto selecionado. Para isso deve se selecionar esta opção e clicar no objeto a ser apagado; e
- As opções seguintes estão relacionadas aos objetos que serão posicionados de forma estática. Para tal, basta selecionar o objeto desejado e, posteriormente, selecionar o local a ser posicionado. O princípio é o mesmo que o de apontar para um local no terreno, porém o objeto a ser posicionado na interface do instrutor é a simbologia da fração escolhida.

Com relação ao posicionamento “Dinâmico” as seguintes funcionalidades estão disponíveis:

- Inserir tropa: esta opção permite selecionar a tropa a ser inserida no terreno. Neste caso, no menu seguinte aparecerá a opção de tropa disponível a ser inserida e, após a sua seleção, deve-se escolher a posição inicial de onde a tropa iniciará o seu deslocamento. Posteriormente seleciona-se o ponto de destino. O procedimento segue de forma semelhante ao do posicionamento de tropa estática, porém existe um contador que possibilita inserir também o ponto de destino;
- Apagar todos: Seleciona todos os objetos e os apaga;
- Play: inicia ou continua a animação. Neste caso ela é executada por ciclos completos<sup>14</sup>;
- Pause: para a execução de um movimento após o termino do ciclo de movimento de todas as peças selecionadas.

Para a inserção das facilidades no terreno bem como a execução do comando “Ocultar”, este utiliza a classe “DesktopDeploy”, armazenando a atividade a ser desenvolvida, o GameObject a ser utilizado e as coordenadas tanto do objeto como de seu destino (no caso do posicionamento dinâmico). Para os comandos “Ocultar todos”, “Play” e “Pause” citados acima é utilizada a classe “DesktopCommand”.

<sup>14</sup>Ao iniciar, caso selecione a opção para parar (“Pause”), ele deslocará com todas as peças correspondentes daquela peça antes de parar.

#### 4.3.3.6

##### Deslocar

Permite alterar o posicionamento do aluno, possibilitando uma nova perspectiva de qualquer parte do terreno. Esta nova perspectiva permite uma melhor análise tática observando, por exemplo, o ponto de vista do inimigo.

As seguintes funcionalidades estão disponíveis:

- Nova posição: possibilita alterar a posição para qualquer local na carta militar. Para isso, deve-se, após selecionar a posição citada, escolher o local a ser posicionado;
- Retornar ao PE: estando fora do Ponto Estação permite retornar ao mesmo;

Em ambos os casos, para o envio das informações à interface do aluno, é utilizada a classe “DesktopProjection”, informando a atividade e a nova posição de destino.

#### 4.3.3.7

##### Visibilidade

Em determinados momentos nos adestramentos e nas operações reais, as condições de visibilidade são alteradas, fruto de diversos fatores como condições climáticas, hora do dia e da noite, entre outros aspectos. Buscando propiciar esta condição para o estudo do terreno, criou-se a possibilidade de simular diferentes condições de visibilidade. Tendo em vista que estas mudanças não são possíveis, de forma controlada, no terreno, esta funcionalidade cresce de importância. Para nosso trabalho foi criada apenas a possibilidade de restrição de visibilidade baseada no hora da noite, influenciado pela luz da lua.

Para que isso fosse possível foi utilizada a classe “DesktopCommand” com a finalidade de enviar o comando que aciona a alteração de visibilidade tanto para a visibilidade noturna como para a diurna.

#### 4.3.3.8

##### Conexão

Para estabelecer a conexão ou terminá-la esta funcionalidade foi criada. Para o início da transmissão de dados é utilizada a função “OnStartServer” e, para o término, a função ‘OnApplicationQuit’. Detalhes sobre a conexão foram explicados no início desta seção.

#### 4.4 Interface do Aluno

O aluno é inserido no Ambiente Sintético de Treinamento (AST) utilizando um Head Mounted Display (HMD). Neste caso, utilizamos como HMD o Oculus Rift e seus controles [32]. Nele observa-se o terreno da mesma região da carta militar utilizada pelo instrutor, conforme a “Fig. 4.6”. Nesta mesma área são projetados os recursos instrucionais comandados pelo instrutor a partir de sua interface.



Figura 4.5: Interface utilizada pelo aluno observando o terreno e a carta disponibilizada

Por serem conectados em equipamentos individuais onde apenas recebem dados oriundos do servidor, a princípio, os alunos não se observam no AST. Além disso, cada um é limitado a deslocamentos na região disponibilizada por ocasião da calibração do HMD. Sua localização é, inicialmente, a mesma ocupada no Ponto Estação do exercício real.

Nesta posição, o aluno é capaz de interagir com os objetos próximos a ele, tais como carta topográfica, slides e quadro branco, quando disponibilizados. Além disso, é possível apontar para posições no terreno através de um apontador laser lançado a partir de sua mão.

Todo o ambiente e seus recursos são criados na plataforma *Unity* utilizando sua game engine. O terreno é criado por meio do *Asset Real World Terrain* [33], utilizando fonte aberta, neste caso o site *Open Street Maps* [34] para obter os dados relativos ao relevo e imagens, gerando um região com relevo baseado em uma matriz de alturas onde as fotos de satélite são ajustadas a este na forma de texturas.

## 4.5

### Interface do aluno

Assim como na interface do instrutor, a projeção dos objetos e posições selecionados pelo docente utiliza a estrutura RaycasHit [30], alterando o item de acordo com a opção desejada. Este tipo de inserção ocorre de duas formas:

- Nos casos onde a projeção é feita no terreno (onde o instrutor utilizou recursos como apontar para local no terreno, desenhar no terreno, posicionar objetos estáticos e dinâmicos e deslocar) a posição recebida pela interface do aluno está em função das coordenadas da carta militar. Sendo assim, para sua correta localização no AST, em que pese a diferença de posicionamento entre a carta do instrutor e o terreno gerado, foi aplicada uma transformação linear com a finalidade de se obter as coordenadas “X” e “Z” dos objetos<sup>15</sup>, conforme a seguinte equação 4-1:

$$Posição_x = Coord_x \times \frac{CompTer_x}{CompCar_x} + C_x \quad (4-1)$$

$$Posição_z = Coord_z \times \frac{LargTer_z}{LargCar_z} + C_z$$

- Em situações onde o desenho é feito em um quadro branco e enviado pelo instrutor ao aluno, um plano de tamanho e posição similares ao plano do instrutor, além de uma câmera ortogonal afastada em relação ao eixo “Y”, foram criados na interface do aluno, de forma que este não seja visível para o discente. Os dados recebidos do servidor, neste caso, não recebem correções, sendo projetados no plano de acordo com as coordenadas recebidas do servidor, porém afastada em relação ao eixo Y a uma distância similar à da câmera criada. Esta posição afastada é a posição de origem para o RaycastHit. A câmera ortogonal está posicionada de forma a capturar a imagem gerada nesta tela branca e inseri-la em uma “RenderTexture”, colocada no plano exibido ao aluno, que observa o desenho como um monitor.

Cabe lembrar que da mesma forma que a interface do instrutor, toda a funcionalidade recebida é utilizada em uma Corrotina [31], sendo executada em paralelo ao programa. Ao receber o comando e os dados do servidor

<sup>15</sup>As coordenadas ‘X’ e ‘Z’ são utilizadas para se obter o ponto horizontal no plano. Por meio do lançamento do RaycasHit com essas coordenadas a partir de uma altura vertical fixa pré determinada na direção perpendicular ao terreno, obtém-se a coordenada “Y”.

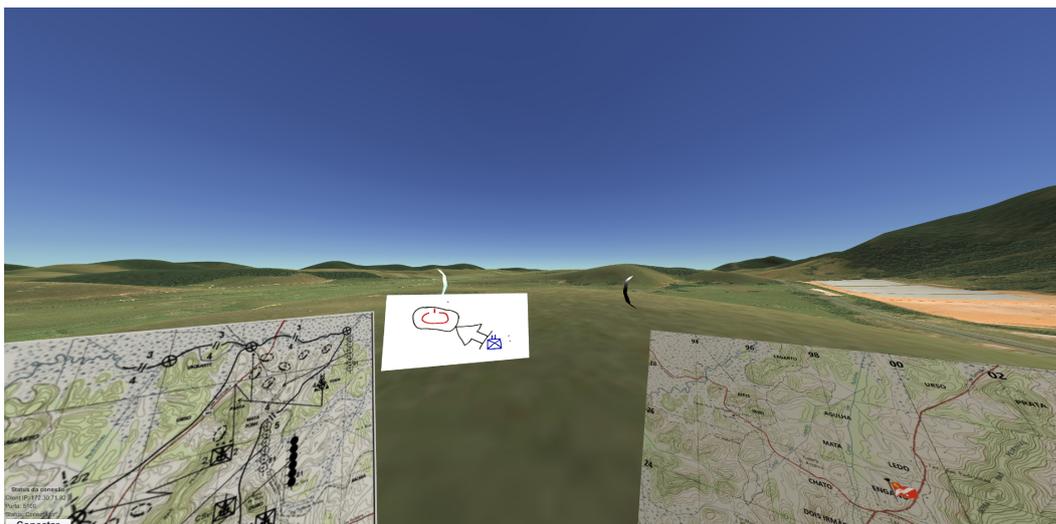


Figura 4.6: Desenho feito no quadro branco da interface do instrutor da “fig. 4.2”.

relacionados à atividade, as informações são canalizadas para a classe que irá executar as funções para posicionar e/ou ativar os objetos, com as informações de localização quando disponíveis.

As subseções a seguir descrevem os recursos instrucionais observados pelos alunos no terreno, fruto dos comandos executados pelo docente a partir de sua interface. Todos os objetos inseridos na interface do aluno são inseridos por meio de comandos do instrutor, não estando disponibilizados para consulta em galerias ou outros locais.

#### 4.5.1

##### Auxiliando a orientação

Como descrito na subseção 4.4.3.1, o recurso tem como objetivo facilitar a orientação do aluno nas primeiras fases do estudo topológico, podendo ser posteriormente aproveitado no estudo tático do terreno.

Para cada opção, uma forma diferente de exibir os objetos foi utilizada:

- Para exibir os pontos cardeais, por estes serem poucos objetos e estarem posicionados e rotacionados em locais específicos em relação a posição do observador, foram inseridas as letras N, S, E e W, todas representando os respectivos Pontos Cardeais Norte, Sul, Leste e Oeste, utilizando o pacote TextMeshPro [35], que permite a inserção de textos, como objetos, em Realidade Virtual (RV). Estes foram criados e deixados inativos, sendo posicionados, quando selecionados, através da obtenção da posição atual do observador, seguido de sua posterior ativação.

- As quadrículas, por serem posições fixas e conhecidas, extraídas da carta topográfica, estão com seus dados armazenados, porém os objetos que demarcam as linhas no terreno não estão instanciados. Em executando o comando para exibir as quadrículas os objetos, por serem em grande quantidade se posicionados previamente e em sua totalidade (o terreno possui uma área total de  $11.300Km^2$ ), são instanciados em um raio de até 3km em relação a posição da câmera, como podemos observar na “Fig. 4.7”. Seu posicionamento ocorre utilizando a estrutura RaycastHit já mencionada. Quando da seleção da opção de desativar os objetos são destruídos.

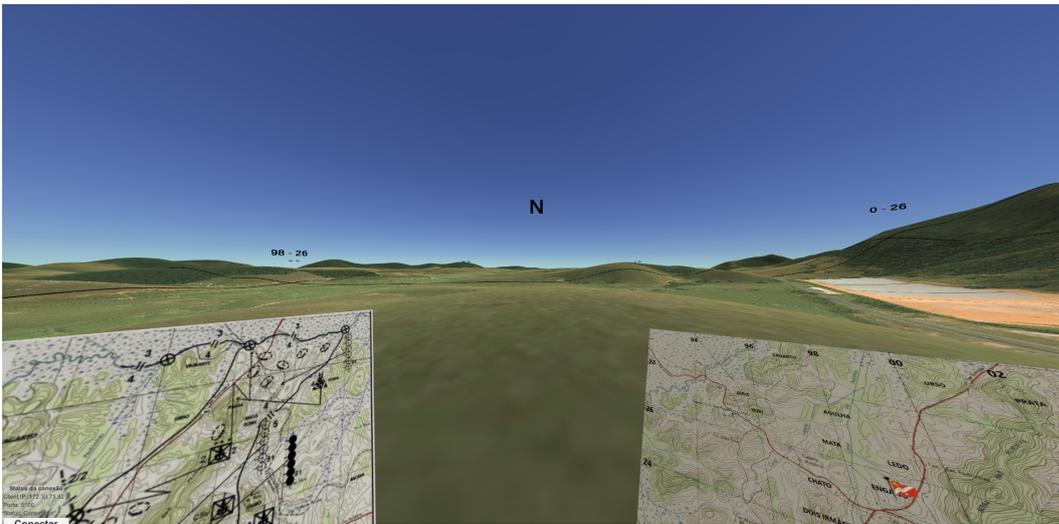


Figura 4.7: Aluno observando o ponto cardinal “N” a as quadrículas no terreno (a numeração indica a coordenada na carta militar).

- A possibilidade de se observar locais apontados pelo instrutor permite guiar, com precisão, a quaisquer locais no terreno, onde o aluno é conduzido por meio de indicadores até a direção correta a ser observada. Para isso, ao receber a localização da posição, é projetado no terreno, utilizando a estrutura RaycastHit, um objeto pré fabricado<sup>16</sup>. Para orientar o aluno, foram posicionados 2 objetos, todos na frente da câmera e próximos a esta, sendo o primeiro uma seta para o lado esquerdo e o outro para o lado direito, onde, caso o usuário esteja olhando para uma direção acima de 180 graus em relação à direção do objeto, surgirá uma seta para o lado direito e, caso abaixo de 180 graus, para o lado esquerdo. Podemos observar um exemplo na “Fig. 4.8”

<sup>16</sup>Este objeto pré fabricado é constituído de uma esfera amarela e um cilindro contendo uma seta apontada para baixo onde este cilindro se move ao longo do eixo Y

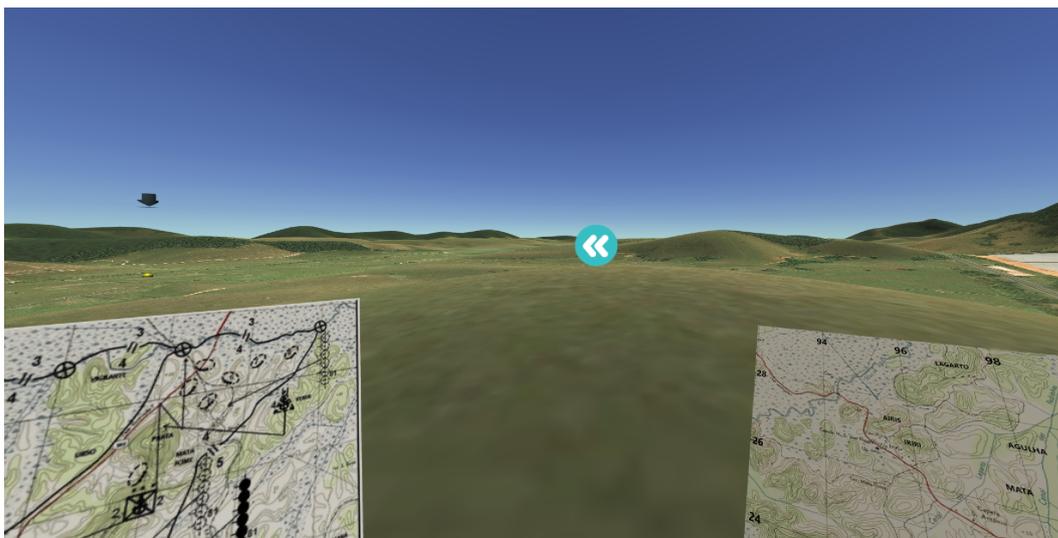


Figura 4.8: Aluno está sendo guiado a olhar para o lado esquerdo, sendo possível observar o objeto pré fabricado.

#### 4.5.2

##### Altimetria no terreno

Serve para destacar as elevações de importância operativa no terreno com a finalidade de possibilitar uma melhor visualização. As elevações, por serem pré estabelecidas, já possuem sua posição armazenada, restando apenas saber qual a elevação e se é para destacar ou ocultar o destaque.

Ao receber o comando e qual a elevação a ser utilizada, este instancia, através de uma corrotina, na posição da elevação:

- Uma mancha em formato circular, na elevação, formada por esferas de cor preta, segundo um raio de 200 metros. Para isto o algoritmo 7, constante no Apêndice G, é utilizado na posição a ser inserida:
- Acima da “mancha” uma placa contendo o nome da elevação é posicionada em sua arte central, cuja orientação aponta para a posição do usuário, segundo o algoritmo 8 (Apêndice H);

Podemos observar toda a iluminação instanciada da elevação na “Fig. 4.9”.

#### 4.5.3

##### Observando desenhos projetados no terreno

Como mencionado, os desenhos do terreno são feitos na carta militar do instrutor e projetados no terreno do aluno como observado na “Fig. 4.10”. Esta ferramenta auxilia o discente, na medida que ressaltam regiões através das cores preto, vermelho e azul, permitindo esclarecer dúvidas no que diz respeito

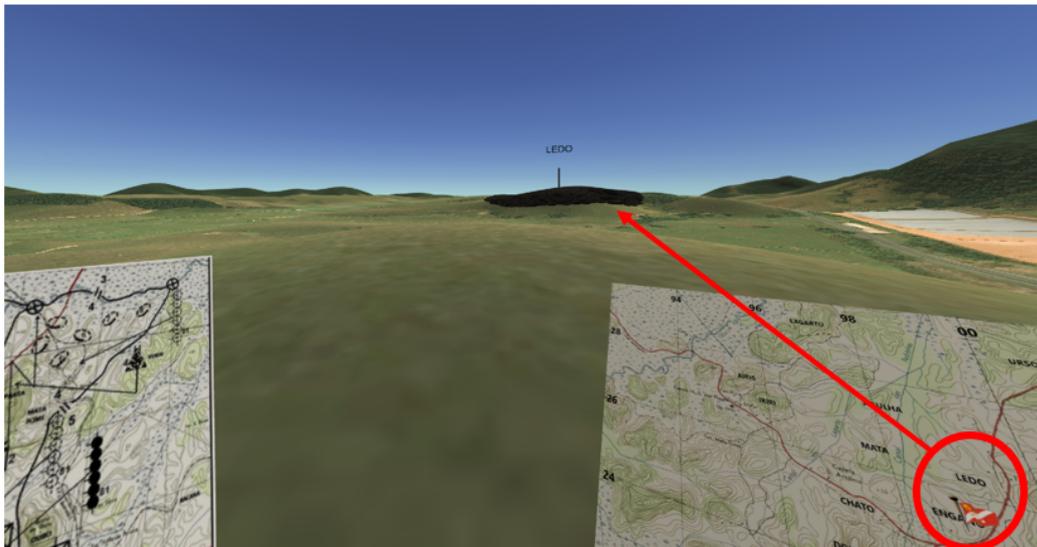


Figura 4.9: Visão do terreno contendo a elevação iluminada. Esta elevação está circulada na carta militar.

à hidrografia e planimetria por ocasião do estudo topológico, e as medidas de coordenação relativas ao estudo tático do terreno.

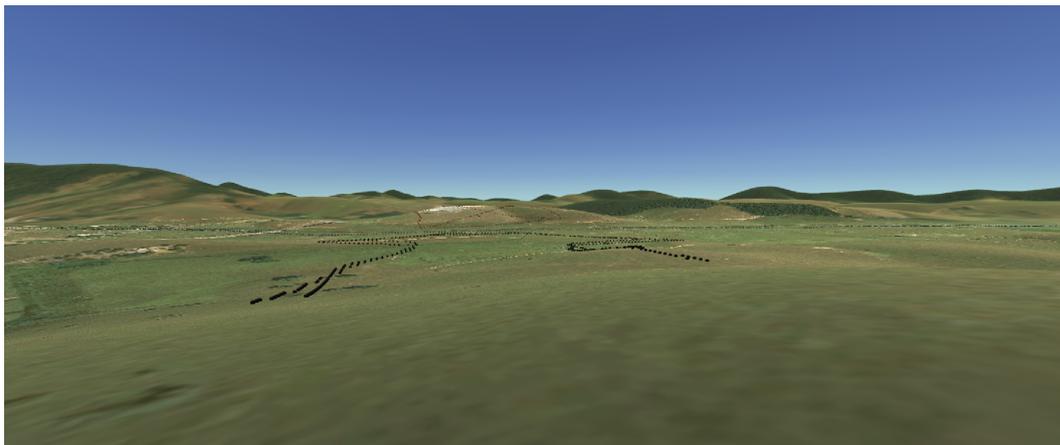


Figura 4.10: Visão do terreno contendo o desenho feito pelo instrutor. O desenho efetuado foi o mesmo da “fig. 4.2”

Ao receber a variável com itens da classe “DesktopDraw”, contendo todas as posições da carta militar do instrutor e suas cores utilizadas, estas são corrigidas conforme mencionado anteriormente, adequando sua posição ao terreno. Tendo em vista a utilização do recurso RaycastHit, a coordenada Y é alterada para uma posição a uma altura de 700 metros no terreno virtual, projetando uma esfera de cor semelhante a usada pelo instrutor, no local atingido no terreno.

#### 4.5.4

##### Observando o quadro branco projetado

O aluno observa a sua frente, quando habilitado pelo docente, uma tela posicionada de forma não-diegética, onde nela aparecem os rascunhos feitos pelo professor, já apresentado na “Fig. 4.6”. Esta tela fica estática no terreno e é passível de ser movimentada pelo aluno, bastando este pegá-la utilizando os controles do HMD.

#### 4.5.5

##### Observando os slides projetados

As apresentações confeccionadas pelo instrutor com a finalidade de transmitir o conteúdo da aula sem a necessidade da retirada do HMD são transmitidas de forma semelhante ao quadro branco como na “Fig. 4.11”, podendo ser manipuladas de maneira semelhante. A geração da imagem ocorre no material do plano posicionado na área fora da visão do aluno em uma RenderTexture que recebe os dados da imagem.

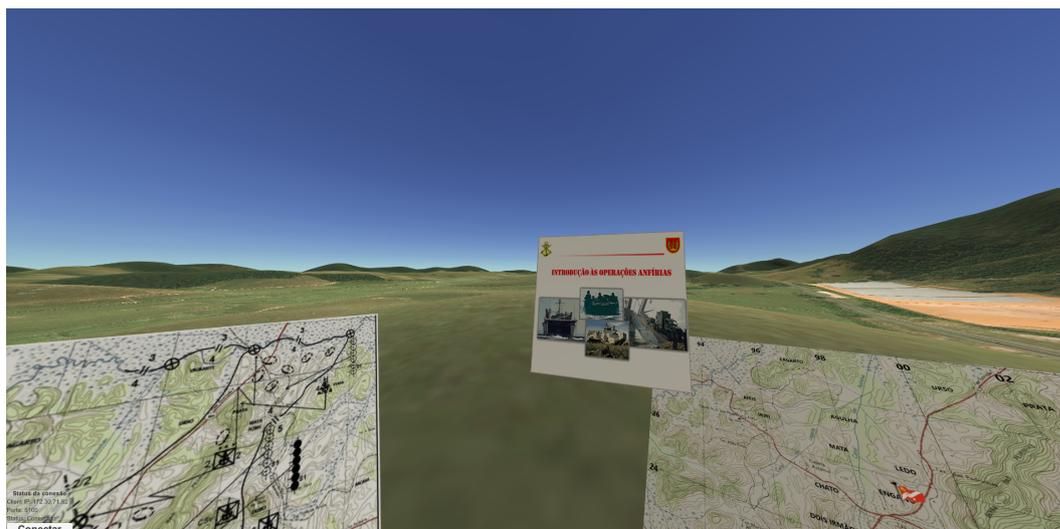


Figura 4.11: Visão do terreno contendo a apresentação de slides do instrutor. O slide apresentado foi o mesmo da “fig. 4.2”

#### 4.5.6

##### Observando posicionamentos

Tanto o posicionamento estático como o dinâmico permitem aos alunos ter uma noção de dispersão e de técnicas utilizadas normalmente no tocante ao posicionamento no terreno, com a finalidade de transmitir o máximo de entendimento do que seria um desdobramento de peças de manobra, além de observar possíveis interações entre forças por meio de animações no terreno

Sendo assim, a sua observação a partir do Ponto Estação pode ser dificultada devido a aspectos como camuflagem no terreno e dispersão, tornando necessário seu deslocamento para posições mais próximas dos objetos.

Os objetos posicionados no terreno são apenas observados, não sendo possível a interação com estes. Sua projeção segue os moldes da projeção de um objeto no terreno conforme mostrado anteriormente, aplicando um fator para escalar a posição da carta do instrutor corretamente em relação ao terreno do aluno, bem como utilizando RaycastHit para projetar corretamente no terreno, observando as elevações existentes.

#### 4.5.7

##### **Alterando posição**

Com a alteração da posição em relação a posição inicial, é possível uma nova perspectiva das ações desencadeadas, facilitando o entendimento, por exemplo, dos posicionamentos que o inimigo pode adotar fruto da observação a partir de uma possível posição ocupada por este.

Ao receber o comando para alteração de posição, este recurso utiliza o posicionamento no terreno com RaycastHit da mesma forma que os demais. Um detalhe, buscando uma melhor observação no terreno, em que pese sua resolução baixa fruto das dificuldades em se obter uma imagem de alta resolução em fontes abertas, a posição da câmera dista de 5 metros do “solo” em relação ao eixo “Y”.

#### 4.5.8

##### **Alterando visibilidade**

Uma das dificuldades frequentes por ocasião do exercício no terreno é a transmissão da problemática que as condições climáticas da região podem proporcionar a tropa. Sendo assim, simular uma condição de visibilidade reduzida, como por exemplo a noite, onde temos apenas a luz da lua, seria de grande valia para o adestramento de maneira geral. Vemos na “Fig. 4.12” as duas opções de visibilidade disponíveis.

Como a troca de visibilidade envolve mudança de plano de fundo (Sky-Box), de cor de iluminação<sup>17</sup> e inserção ou não de partículas e alteração de som, se faz necessário apenas o comando para o tipo de iluminação desejado<sup>18</sup>.

<sup>17</sup>Para uma luz da lua foi utilizada a cor azul

<sup>18</sup>As configurações estão estabelecidas na interface do aluno, restando apenas comandar a alteração e visibilidade necessária

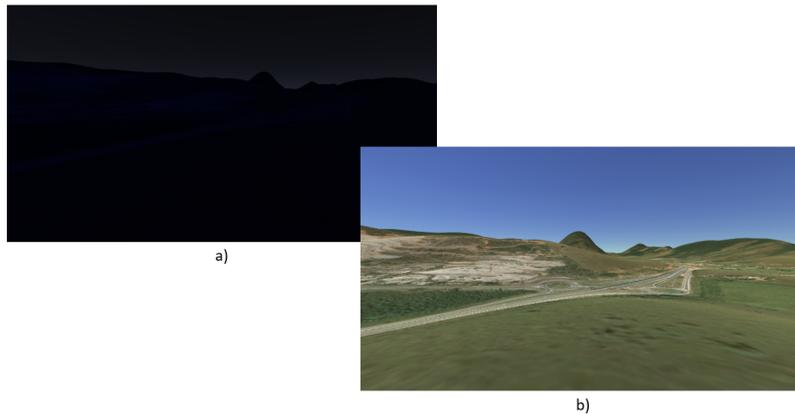


Figura 4.12: Observação do aluno pelo HMD nas duas opções de visibilidades disponíveis: a) Restrição da visibilidade pela noite e b) visibilidade com o a luz do sol.

#### 4.6 Calendário de trabalho

A dissertação foi dividida em 4 Metas, a serem cumpridas semestralmente conforme a descrição abaixo:

Meta 1 - Posicionamento do militar no PO e detalhamento do terreno:

- A região utilizada seria Macaé por ser um local anualmente utilizado pelos alunos;
- Seriam utilizados também os pontos de costume;
- A atividade realizada pelo usuário (Aluno) seria a movimentação com a cabeça na região do Posto de Observação e movimentação neste;
- Equipamento utilizado seria o óculos e o Leap Motion;
- Detalhamento do terreno:
  - Objetos 3D (casas, árvores, viadutos, obras de arte);
  - Relevo; e
  - Como base para o detalhamento serão utilizadas fotos panorâmicas tiradas anteriormente (a imagem disponível da região na internet contém poucos detalhes).

Meta 2 - Interação entre as interfaces do instrutor e do aluno:

- Executar em uma carta no tablet e os alunos observarem no óculos:
  - Desenhos (tanto em profundidade, como se fossem desenhados no solo, como em uma “janela transparente” na nossa frente) e iluminação de elevações;
  - Simular condições de visibilidade reduzida (neblina, noite, etc);

- Projetar em um extremo do óculos possíveis slides (Power Point, etc) a fim de evitar que os alunos fiquem retirando e colocando o equipamento;
- Observar ações em Obj, ApF, Desembarque Anfíbio, CASC;
- Simular posicionamento de Sub Unidades (Companhias de Fuzileiros Navais), Unidades de maneira geral (diversos Batalhões, sejam Infantaria, Artilharia, etc) e instalações (Praias de Desembarque, Instalações logísticas).
- Deslocamentos dentro da região do Posto de Observação; e
- Gradear com os pontos cardeais / quadriculas da carta (cartas militares possuem umas grades desenhadas nela para ajudar no posicionamento).

Meta 3 - Deslocamento pela carta com o tablet:

- Melhoria no detalhamento do tablet (região de interesse);
- Movimentação no terreno manobrada pelo tablet;
  - Local da ILS (Instalação Logística);
  - Observação do inimigo (como o inimigo nos observaria);
  - Pontos de passagem em rios; e
  - Ações nos objetivos (a tropa influenciada pela análise do terreno em suas ações - um deslocamento parado por causa de um rio, observação desses eventos pelos alunos posicionando-se em outros locais).

Meta 4 - Desenvolvimento de publicações:

- Publicação de trabalhos acadêmicos em conferências; e
- Confeção da Dissertação.

O transcurso da pesquisa foi realizado durante o prazo normal de um mestrado em Ciência da Computação, o qual constou de 4 períodos em sua totalidade. Esta pesquisa teve seu início em março de 2018. Devido às necessidades de aperfeiçoamento do sistema com a finalidade de se adaptar às peculiaridades da atividade, as metas por vezes eram reavaliadas.

A seguir, é apresentada na Tabela 4.1 o cronograma de trabalho realizado, onde se mostram as atividades da pesquisa desenvolvidas dentro do prazo mencionado.

Com o intuito de cumprir a Meta 4, além da confecção da dissertação, foram publicados e aprovados 3 trabalhos, a saber:

1. Trabalho apresentado na 30<sup>a</sup> International Training Exhibition & Conference, que ocorreu no período de 14 a 16 de maio de 2019 na cidade de Estocolmo, Suécia [13];

	2018.1	2018.2	2019.1	2019.2	2020.1
Meta 1					
Meta 2					
Meta 3					
Meta 4					

Tabela 4.1: Calendário de metas concluídas por semestre.

2. Trabalho apresentado na Graduate Workshop track do XXI Symposium on Virtual and Augmented Reality, realizado no período de 28 a 31 de outubro de 2019 na cidade do Rio de Janeiro, Brasil [36]; e
3. Até o presente momento do envio deste trabalho, foi aprovado um artigo para publicação na revista “Comunicações em Informática”, da Universidade Federal da Paraíba.

## 5 Avaliação

Este capítulo tem por finalidade explicar o conjunto de testes efetuados com a finalidade de avaliar a ferramenta tanto para o docente como para os discentes, detalhando os cenários criados, bem como suas respectivas cinemáticas. Todas as interações foram gravadas em áudio e vídeo, onde foram observadas dificuldades tanto por parte dos instrutores como pelos alunos.

Realizamos uma avaliação do SVETT com 5 instrutores e 7 alunos do C-ApA-CFN a fim de identificar se o uso dos diferentes recursos disponíveis, em apoio a uma instrução sobre o estudo topológico e tático do terreno, respondem às hipóteses estabelecidas no Capítulo 1. Para cada tipo de avaliação foi realizado um teste piloto com a finalidade de se verificar possíveis falhas e melhorias, o qual foi descartado posteriormente.

Para tal foram criadas situações tanto para os instrutores como para os alunos, onde todos foram inseridos individualmente em uma aula sobre o estudo topotático do terreno, contextualizando os instrutores com se estivessem lecionando e os alunos como se estivessem aprendendo. Cada experimento, em ambos os casos, durou cerca de 1 hora e 20 minutos.

Por ocasião da “aula”, o responsável pelo experimento, em que pese sua experiência pelo fato de já ter servido como instrutor neste curso, interagiu tanto com os alunos (na qualidade de instrutor) como com os instrutores (atuando como aluno) conduzindo o participante de forma a utilizar os recursos instrucionais disponibilizados para transmitir o conhecimento ou sanar as dúvidas. Neste contexto, foi possível a observação de sua interação com a aplicação.

Como método de avaliação foram elaborados questionários visando uma avaliação objetiva, além de entrevista buscando dados complementares. Outro aspecto a ressaltar foi a utilização do protocolo *think aloud*, com a finalidade de captar as dificuldades e facilidades do usuário por ocasião dos experimentos.

### 5.1 Layout da interface dos instrutores

O layout da aplicação, a época, era constituído de apenas uma barra de opções que deslizava ao ser arrastada. Cada opção do menu principal era conduzida a submenus onde então eram disponibilizadas as “features” para a utilização da aplicação, como observamos na figura 5.1.



Figura 5.1: Interface utilizada por ocasião dos experimentos.

Para iniciar os desenhos na opção de desenhar, era necessário escolher primeiramente a cor a ser utilizada para então efetuar os desenhos. Para efetivamente enviar o desenho feito se fazia necessário pressionar um botão de envio.

Após o período dos experimentos, uma série de modificações foram feitas, fruto das observações colhidas nas entrevistas, buscando o layout final mostrado no capítulo anterior. Futuramente, um novo período de experimentos serão feitos buscando avaliar as modificações efetuadas.

## 5.2

### Avaliação dos Instrutores

Para a pesquisa foram convidados 05 instrutores de diferentes assuntos ministrados durante o curso, onde todos eles abordam tópicos que se valem da utilização judiciosa do terreno para o cumprimento de suas tarefas. Para eles foi criado um cenário onde eles deveriam ensinar aos alunos, por meio da utilização da ferramenta, a como efetuar o estudo do terreno.

Importante ressaltar que todos os instrutores envolvidos receberam o mesmo padrão de orientação para o experimento conforme a “orientação para aplicação do experimento do instrutor”, “apêndice P”, anexo a este trabalho.

Cada participante, ao chegar no local do experimento, recebeu instruções iniciais sobre como seria a cinemática e foi convidado a assinar um termo de consentimento. Após a assinatura do termo, o instrutor assumiu seu local no dispositivo, onde houve um breve período de explanação sobre os comandos básicos do mouse e do teclado, não havendo, contudo, período para familiarização com a aplicação. Após esta introdução, as atividades se iniciaram efetivamente.

Após o término das tarefas e, conseqüentemente, da instrução, foi solicitado que o docente efetuasse o preenchimento de 3 questionários, sendo o primeiro voltado para obter conhecimentos a respeito de sua experiência como instrutor e de sua familiarização com ferramentas de georreferenciamento<sup>1</sup> como Google Earth [37]. O segundo teve como foco a avaliação da ferramenta, buscando mensurar uma primeira impressão. Já o terceiro visou comparar o SVETT com a metodologia convencionalmente utilizada. Em terminando o preenchimento, foi efetuada uma entrevista com a finalidade de se obter os detalhes individuais ou coletivos que os questionários não foram capazes de captar devido a sua objetividade nas respostas.

Todo o experimento teve a seguinte cinemática:

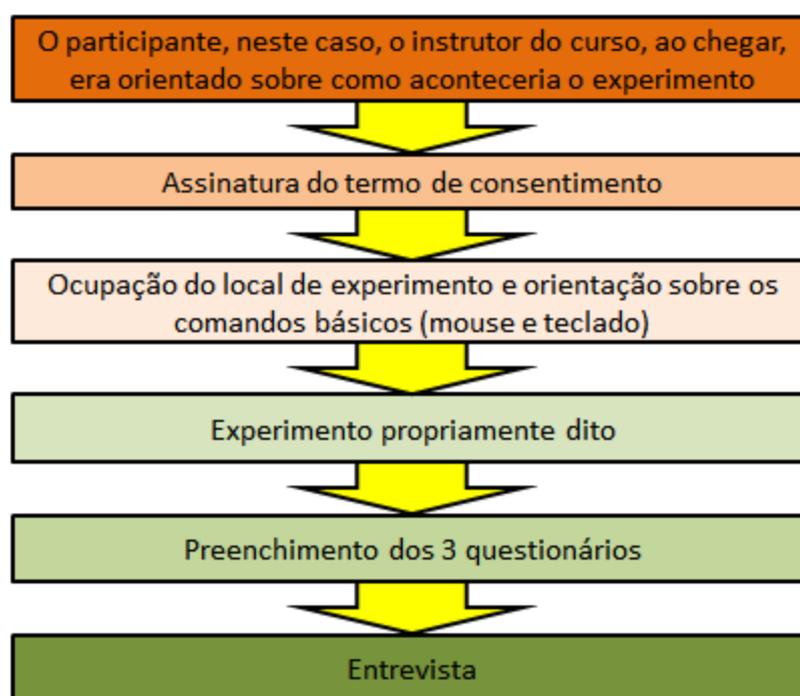


Figura 5.2: Cinemática dos experimentos.

### 5.3

#### Avaliação dos Alunos

Por ocasião desta avaliação, 7 alunos do curso citado participaram do experimento, onde foram divididos em 2 grupos. Para cada grupo foi criado um cenário correspondente, a saber:

- Cenário SVETT: contendo 4 participantes, nomeados P1, P2, P3 e P4.

Este grupo, antes de participar do exercício propriamente dito, participou

<sup>1</sup>Grau de conhecimento e experiência são importantes pois, dependendo do seu nível, a visualização do terreno real baseando-se em uma carta militar é mais simples, bem como maior segurança para transmitir o conhecimento utilizando-se dos recursos instrucionais.

de uma instrução no Simulador Virtual de Estudo Topotático do Terreno, sendo inseridos na mesma região a ser estudada posteriormente. Em uma segunda etapa, este mesmo grupo participou do Exercício no Terreno normalmente; e

- Cenário terreno: contendo 3 dos 7 alunos, nomeados P5, P6 e P7. Estes militares participaram primeiro do exercício no terreno e depois pelo simulador.

O propósito dos cenários criados está relacionado à utilidade do simulador como ferramenta para iniciar os discentes no estudo básico do terreno antes mesmo de sua chegada ao local, em que pese a necessidade de sua comprovação como método para fixar o conteúdo. Outros aspectos, ainda neste contexto, são a sua utilização em dúvidas posteriores ao adestramento, que por ventura venham a ocorrer fruto das instruções no terreno, além de efetuar comparações entre a instrução precedida pelo simulador e a metodologia convencional.

Cabe ressaltar que, após utilizarem o simulador para transmitir o conteúdo básico, o assunto abordado no simulador, em tese, não seria mais visto, cabendo ao exercícios nos locais reais um material mais avançado com a finalidade de se obter um maior nível de aprendizagem e conseqüentemente aumento do aproveitamento do terreno.

Cada participante, por ocasião do cenário “SVETT”, ao chegar no local do experimento, recebeu instruções iniciais sobre a cinemática e foi convidado a assinar um termo de consentimento. Após a assinatura, o usuário foi posicionado no local previamente estabelecido para o experimento, onde colocou o equipamento (HMD e controles). Antes do início das atividades, este se familiarizou com os gestos e comandos possíveis.

Para o experimento propriamente dito, todos os participantes receberam a instrução de um mesmo instrutor, que seguiu um roteiro previamente estabelecido conforme o “apêndice I”. Neste roteiro constam perguntas e respostas costumeiramente perguntadas nos adestramentos do exercícios de terreno durante o curso.

Após o término das tarefas e, conseqüentemente, da instrução, foi solicitado que o discente efetuasse o preenchimento de 3 questionários, sendo o primeiro voltado para obter conhecimentos a respeito de sua experiência como aluno e conhecimentos sobre ferramentas de georreferenciamento. O segundo tendo como foco a avaliação da ferramenta, buscando mensurar uma primeira impressão. Já o terceiro visou comparar o SVETT com a metodologia convencionalmente utilizada. Em terminando o preenchimento, foi efetuada uma entrevista com a finalidade de se obter os detalhes individuais ou coletivos que

os questionários não foram capazes de captar devido a sua objetividade nas respostas.

Todo o experimento teve a seguinte cinemática:

1. SVETT:

- (a) O participante, neste caso, o aluno do curso, ao chegar, era orientado sobre como aconteceria o experimento;
- (b) Assinatura do termo de consentimento;
- (c) Ocupação do local de experimento, colocação do equipamento e orientação sobre os comandos básicos (controle);
- (d) Experimento propriamente dito;
- (e) Preenchimento dos 3 questionários; e
- (f) Entrevista.

2. Terreno:

- (a) Os alunos recebem a instrução normalmente realizada no Exercício no Terreno;
- (b) Preenchimento dos 3 questionários; e
- (c) Entrevista.

## 6

### Resultados e análise

Após as avaliações, este capítulo analisa os resultados obtidos e efetua inferências buscando obter informações que constatem a aceitação da ferramenta, contribuam com a solução para o problema proposto e proponham possíveis trabalhos futuros. Este inicia falando sobre os resultados da avaliação dos instrutores e depois dos alunos, efetuando comparações entre questionários e graus obtidos. Ao final, de posse das informações colhidas na seção, as hipóteses propostas na Introdução deste trabalho são respondidas.

Após a observação das respostas e análise dos questionários, transcrição e análise do áudio gravado e observações anotadas e vistas durante o experimento, podemos constatar os seguintes detalhes que se seguem, subdivididos entre instrutores e alunos.

#### 6.1

##### Instrutores

Ao todo 5 instrutores participaram do experimento e foram identificados com a letra “I” seguido de um número. Observamos no questionário 1 os perfis de cada participante e discriminamos na tabela 6.1.

Questionário 1 - Respostas				
Pergunta	Instrutor			
	I1	I2	I3	I4
Já utilizou alguma ferramenta de georreferenciamento?	não	sim	sim	não
Há quanto tempo é instrutor?	Entre 1 e 2 anos	Entre 1 e 2 anos	Menos de 6 meses	Entre 1 e 2 anos
Quantas regiões (tipos de relevo) você já ministrou instrução / avaliação?	Acima de 4 regiões	Acima de 4 regiões	1 ou 2 regiões	Acima de 4 regiões
Com que frequência você utiliza ferramentas de georreferenciamento?	Entre nunca e 1 vez por mês	Entre 1 vez por semana e 2 vezes por mês	Entre 1 vez por semana e 2 vezes por mês	Entre nunca e 1 vez por mês

Figura 6.1: Resultados do questionário 2 que visa avaliar a ferramenta

Referente ao Questionário 1 observamos que metade dos Instrutores não costumam utilizar ferramentas de georreferenciamento. Com os dados que possuímos, em que pese o fato de navegação<sup>1</sup> no terreno ser um assunto abordado na formação de todos os militares que participam do curso, inferimos

<sup>1</sup>A navegação no terreno envolve a interpretação dos dados de uma região previamente mapeada, com a finalidade de se manter em um itinerário estabelecido [4]

que não seria necessário conhecimento prévio sobre esse tipo de ferramenta, denotando a facilidade de entendimento do display da interface por parte dos usuários.

Se tornaria interessante, como a observação do instrutor se limita à carta militar, a exibição do terreno contendo os mesmos dados recebidos pelos alunos, possibilitando uma melhor observação do terreno (vegetação, construções, estradas, etc), o que é possível disponibilizando uma máquina como cliente (tendo a visão do aluno) para o instrutor.

Outro fato observado, 75% dos Instrutores possui entre 1 e 2 anos de curso, assim como já estiveram entre 2 a 4 tipos de regiões diferentes do país, onde podemos supor, considerando o fato de que as regiões a serem estudadas não se alteram, que eles já estiveram anteriormente no local, tanto na posição de instrutores como de alunos (o curso possui a duração de um ano e, para ser instrutor, o militar já realizou o curso antes), além de possuírem experiência em interpretação de Carta Militar e sua comparação com o terreno.

Sobre o questionário 2, observado na tabela 6.2, tanto a condução do estudo tático do terreno como o giro do horizonte obtiveram graus próximos ao máximo, onde inferimos uma boa aceitação. Este grau aparentemente não foi influenciado em parte pelas perguntas do questionário 1, visto que tanto I1 e I4, ambos nunca usuários de ferramentas de georreferenciamento, deram graus, respectivamente, 5 e 4, tanto para condução do giro do horizonte como para estudo tático do terreno.

A atividade de projetar Calco, relacionada à projeção de desenhos no terreno para a observação do aluno, foi cumprida com dificuldade por todos os participantes. As dificuldades encontradas estão relacionadas com o ato de encontrar a opção que efetua a projeção de desenhos no terreno (o termo utilizado não era de fácil entendimento), em como iniciar o desenho e como enviar para o aluno o esboço feito. Em que pese os graus obtidos estarem com média inferior aos demais itens, existe a necessidade de melhorias na acessibilidade a esse tipo de atividade, visando simplificar sua utilização.

A utilização dos recursos instrucionais quadro branco e apresentar slides tiveram sua avaliação positiva, onde I4 avaliou com nota 5 e os demais com a nota 4. Fato observado foi a facilidade dos instrutores em exibir o croqui do quadro branco para os alunos, o que pode ser entendido pela semelhança entre a opção de desenhar no terreno e exibir o desenho do quadro branco, atividade anteriormente executada.

I1 e I2 realizaram a atividade de exibir os slides com maior dificuldade, ao passo que I3 e I4 cumpriram a tarefa com facilidade, onde podemos verificar a necessidade de uma ferramenta de auxílio, que indique os passos a serem

desenvolvidos para o envio dos dados aos alunos.

		5	4	3	
AVALIAÇÃO DO SVETT					
A condução do giro do horizonte foi...	Fácil	50%	50%	0%	Neutro
O estudo tático do terreno foi...		25%	75%	0%	
A utilização dos recursos instrucionais (quadro branco ou slides) foi...		25%	75%	0%	
O recurso de desenhar no terreno foi...		25%	50%	25%	
De modo geral achei a ferramenta de instrução...		100%	0%	0%	
Eu achei a tarefa de instruir...	Divertida	100%	0%	0%	
Com relação às respostas deste questionário eu estou...	Seguro	100%	0%	0%	

Figura 6.2: Resultados do questionário 2 que visa avaliar a ferramenta

No questionário 3, segundo as tabelas 6.3 e 6.4, observamos que nas 3 primeiras perguntas, onde se pede para priorizar entre a metodologia convencional e o SVETT no que diz respeito a utilização da ferramenta para conduzir estudos topológicos, táticos e conduzir o giro do horizonte, apenas 1 dos instrutores optou por preferir a metodologia convencional em cada um dos questionamentos<sup>2</sup>, denotando a necessidade de observar o terreno gerado no simulador.

Sobre a pergunta relativa à ferramenta que apresenta melhor integração entre recursos instrucionais, todos os instrutores marcaram o SVETT e, somando-se às respostas obtidas nos itens relativos ao apoio dado pelas ferramentas na execução das tarefas e forma como as ferramentas são representadas, inferimos, independente das dificuldades encontradas em outros quesitos, que existe uma aprovação no conceito de instrução transmitido pelo simulador.

Um fato que podemos destacar nesse estudo é a média próximo ao grau 3 na pergunta relativa à opinião sobre a metodologia convencional. Podemos inferir que esse grau se deve ao costume que os instrutores já possuem, em ministrar a instrução desta forma, não fazendo diferença o fato de usar essa metodologia.

Por ocasião das entrevistas foram ressaltados os seguintes aspectos positivos: os instrutores relataram como aspectos positivos a possibilidade de utilizar os recursos normalmente disponibilizados em sala e sua facilidade de uso, além de deixar o entendimento muito interessante, onde podemos inferir a boa aceitação por parte dos destes. Um aspecto negativo relatado foi a

<sup>2</sup>Um instrutor escolheu esta metodologia nas perguntas referentes a parte topológica do terreno e giro do horizonte, e um outro a escolheu no estudo dos aspectos táticos, onde inferimos que não houve, a princípio, um instrutor que tivesse dificuldade ou preferisse a metodologia convencional em todos os aspectos, não entrando em conflito com a preferência ao SVETT nas perguntas seguintes

		Metodologia Convencional	SVETT
Comparação entre a Metodologia Convencional e o SVETT			
Qual das ferramentas apresentou a melhor...	forma de explicar os aspectos Topológicos?	25%	75%
	forma de explicar os aspectos Táticos?	25%	75%
	forma de conduzir o giro do horizonte?	25%	75%
	integração entre os recursos instrucionais?	0%	100%
Levando em consideração o apoio que as ferramentas me deram na execução da tarefa, eu as ordenaria da seguinte forma:		0%	100%
Levando em consideração a forma como as ferramentas são representadas visualmente, eu as ordenaria da seguinte forma:		0%	100%

Figura 6.3: Resultados do questionário 3, que visam comparar as ferramentas

		5	4	3	
De modo geral achei o SVETT...	Muito boa	75%	25%	0%	Neutro
De modo geral, eu achei a Metodologia Convencional...		25%	25%	50%	
Com relação às respostas que dei neste questionário, eu estou...	Seguro	100%	0%	0%	Neutro

Figura 6.4: Resultados do questionário 3, que visam avaliar individualmente as ferramentas

dificuldade em observar o rosto do aluno, o que facilita a detecção se este está com dúvida. Alguns pontos positivos destacados pelas entrevistas:

- A possibilidade de trazer outros elementos como slides para poder exemplificar alguma coisa, como se estivesse estudando a parte tática do terreno;
- Ser possível apontar para determinados locais (identificação de elevações mais distantes);
- O fato de se poder desenhar;
- Praticidade para se ministrar instrução sobre o assunto;
- Facilidade de poder usar isso na sala de aula;
- Layout é muito igual ao real;
- Deixa o entendimento também muito interessante;
- A iniciativa possui boa aceitação de acordo com a avaliação dos envolvidos;
- Retira a inércia dos alunos e possibilita perguntas mais elaboradas quando estiverem no terreno;

Além disso as seguintes oportunidades de melhorias foram registradas:

- “...se a aula for ministrada para mais de um aluno, como eu vou conseguir observar o que eles estão observando...”;
- “...no terreno a gente consegue ver a cara do aluno e perceber se ele está com dúvida ou não...”;
- Inserção de uma seção de ajuda;
- Inserção de cobertura vegetal;
- Possibilitar a legenda para outros tipos de terreno;
- Esferas para desenhar muito pequenas;
- Resposta háptica no controle do óculos usado pelo aluno;
- Possibilidade de transmitir vídeos; e
- Possibilidade de observar a expressão do rosto do aluno, tendo em vista a expressão de dúvida que normalmente aparenta quando não entende o assunto;
- Quando faz o desenho ao invés de pontos, usar uma linha continua.

## 6.2

### Alunos

Participaram no total 7 alunos divididos entre os dois cenários, SVETT e Terreno, identificados com a letra “P”seguido de um número. As tabelas 6.5 e 6.6 discriminam os alunos por cenário e suas respostas ao questionário 1

Cenário SVETT				
PERGUNTA	Aluno			
	P1	P2	P3	P4
Idade:	32	31	30	
Já utilizou alguma ferramenta utilizando Realidade Virtual?	Não	Sim	Sim	Sim
Há quanto tempo você é aluno?	Entre 6 meses e 1 ano	Entre 6 meses e 1 ano	Entre 6 meses e 1 ano	Entre 6 meses e 1 ano
Quantas regiões você já recebeu instrução / avaliação?	1 ou 2 regiões	1 ou 2 regiões	1 ou 2 regiões	Acima de 4 regiões
Com que frequência você utiliza ferramentas que utilizam Realidade Virtual?	nunca	entre 1 vez ao mês e 1 vez ao ano	entre 1 vez ao mês e 1 vez ao ano	Nunca

Figura 6.5: Resultados do questionário 2 que visa avaliar a ferramenta

Cenário Terreno			
PERGUNTA	Aluno		
	P5	P6	P7
Idade:	30	32	28
Já utilizou alguma ferramenta utilizando Realidade Virtual?	Sim	Não	Não
Há quanto tempo você é aluno?	Entre 6 meses e 1 ano	Entre 6 meses e 1 ano	Entre 6 meses e 1 ano
Quantas regiões você já recebeu instrução / avaliação?	1 ou 2 regiões	1 ou 2 regiões	2 a 4 regiões
Com que frequência você utiliza ferramentas que utilizam Realidade Virtual?	nunca	nunca	nunca

Figura 6.6: Resultados do questionário 2 que visa avaliar a ferramenta

Referente ao questionário 1, que qualifica os participantes, tanto no cenário SVETT como cenário terreno, os participantes possuem faixa etária entre 28 e 32 anos. Além disso, estão realizando o mesmo curso, onde identificamos o padrão do público alvo que usará o simulador para o adestramento. Sendo assim, as avaliações não contemplarão pessoas de idade avançada ou crianças, por não serem empregadas para as atividades relacionadas ao curso. Em existindo a oportunidade e a necessidade, novos testes com público alvo diferente serão realizados.

Outro detalhe é o fato de todos terem concluído a primeira metade do curso, onde existe um predomínio da parte teórica, sendo possível a utilização do simulador no espaço temporal correto, antecedendo o Exercício no Terreno, bem como todos os participantes já terem passado por pelo menos 2 regiões diferentes para Exercícios no Terreno, obtendo uma noção inicial do que seria um ET.

Concluindo o primeiro questionário, metade dos participantes usou entre uma vez ao ano e uma vez ao mês equipamento de Realidade Virtual e a outra metade nunca usou, o que denota pouco ou nenhum conhecimento ou familiarização com simuladores de RV.

Para os questionários seguintes, observamos uma graduação em escala de 1 a 5, onde 1 são valores negativos, 2, 3 e 4 representam valores neutros e 5 representa valor positivo.

### 6.2.1

#### Cenário SVETT

O cenário onde os alunos passaram primeiro pelo simulador e depois participaram do exercício no terreno, eles responderam os questionários 2 e 3 por ocasião da passada pelo simulador e o questionário 4 por ocasião da instrução na região de estudo, além de entrevistas visando obter dados complementares. Fato importante a ser considerado é o intervalo de 82 dias entre a instrução no simulador e o ET, o que é válido a partir do momento que podemos verificar parcialmente se ocorreu a aprendizagem de longo prazo [38].

Por ocasião do questionário 2, que avalia a ferramenta propriamente dita, 3 dos 4 oficiais graduaram com nota 5, e um com a nota 4, a facilidade na condução, por parte deles, do giro do horizonte, denotando a facilidade, apesar de estar inserido em um ambiente virtual, em reconhecer os acidentes topológicos de um terreno nunca antes vistos.

Tal avaliação se assemelha em quantidade ao entendimento do estudo tático do terreno, onde são utilizadas elevações e acidentes geográficos na região para identificar medidas de coordenação utilizadas em planejamentos de Operações Militares, porém diferencia no oficial que graduou com nota 4, onde não se pode confirmar sua satisfação parcial com o simulador por parte de um participante.

No questionamento sobre receber instrução através da utilização dos recursos instrucionais da ferramenta, todos graduaram com nota 5, onde concluímos uma boa aceitação da utilização de forma não-diegética dos recursos citados.

Referente à observação do terreno, metade dos participantes deste cenário deram nota 4 e a outra metade, nota 5. Porém, tendo em vista a não observação prévia do local, inferimos que esta graduação atém-se apenas a observação de um terreno em Realidade Virtual, não sendo possível compará-lo com a realidade do local. Neste caso observamos uma avaliação positiva, corroborado pelas questões 1 e 2 deste questionários anteriormente respondidas.

Nos critérios seguintes, tanto a opinião sobre a ferramenta de instrução como receber instrução com esta ferramenta e segurança nas respostas todos graduaram com valor 5, onde confirmamos a boa aceitação por parte dos alunos.

No questionário 3, comparativo entre a metodologia convencional e o simulador, todos os participantes entenderam que o SVETT pretere a metodologia convencional tanto na melhor forma de entendimento dos aspectos topológicos e táticos, melhor forma de entender o giro do horizonte e integração

entre os recursos instrucionais.

Outro aspecto importante se deve a prioridade dada pelos alunos quando considerado o apoio que as ferramentas deram no entendimento do conteúdo, bem como são representadas visualmente, onde todos ordenaram com o simulador preterindo à Metodologia Convencional. Fato se deve ao combinado formado entre o terreno e os recursos normalmente utilizados em sala, onde se pode observar, acompanhando o conteúdo ministrado em sala, à instrução ministrada em uma região onde pode ser demonstrado o conteúdo ensinado.

De maneira geral, nosso simulador recebeu a nota máxima, sendo classificado como "Muito bom" por todos os participantes. A metodologia convencional recebeu as notas 5, 4 e 3, onde inferimos que pode ter ocorrido devido ao costume de utilização desta metodologia.

Na avaliação realizada no terreno, os participantes responderam ao questionário pós teste de número 4 com foco na avaliação da metodologia convencional, onde existiu uma escala de 1 a 5 em que o valor 1 representa valor negativo, os valores 2, 3 e 4 como neutros e 5 como valor positivo.

Na questão referente à identificação das elevações o terreno 3 dos 4 participantes deram nota máxima, onde a maioria achou muito fácil, e um dos participantes deu nota 3. Neste caso podemos observar as dificuldades ou facilidades no adestramento dos militares fruto da visita a 2 regiões para estudo.

Referente à condução do giro do horizonte, 2 dos 4 participantes deram nota máxima, um deles deu nota 4 e o outro, o mesmo que valorou em 3 o item anterior, avaliou em 3. Neste caso, identificamos um militar com problemas em observar o terreno e identificar os pontos importantes.

Na questão referente às perguntas respondidas ao instrutor, observamos que um dos participantes deu nota 4, metade dos participantes deram nota 3 e um dos militares, o mesmo que avaliou com notas baixas os itens anteriores, deu nota 2.

Referente à visualização da manobra no terreno, metade dos participantes avaliaram em nota 4 e a outra metade avaliaram com a nota 3, onde podemos perceber uma provável indiferença à avaliação da metodologia fruto desta já estar sendo utilizada.

Perguntas relacionadas ao preparo fornecido pelo SVETT, sobre como foi o exercício no terreno ao receber instrução no SVETT e se sentiu-se melhor preparado para o ET foram avaliados com o grau 4. Apenas um militar avaliou com nota máxima o fato de ter-se sentido melhor preparado para os ET.

### 6.2.2

#### Cenário Terreno

Neste cenário, onde os participantes participaram primeiro do exercício no terreno e, após este, a utilização do Simulador de Estudo Topotático do Terreno, os discentes preencheram os questionários 1 e 2 e, por ocasião da passagem pelo SVETT, os questionários 3 e 4. Importante destacar é que, por terem observado o terreno primeiro e posteriormente passado pelo simulador, a graduação dada poderá ser influenciada pela comparação entre a instrução realizada no terreno e a que ocorreu no SVETT, em que pese o intervalo de 24 dias entre o ET e o Simulador.

No questionário 2, utilizado para avaliar a ferramenta, neste caso, o estudo do terreno da sua forma convencional, obtivemos como resultado da avaliação da condução do giro do horizonte a média 3, denotando indiferença por parte dos participantes ou até mesmo dificuldade. Já no entendimento do estudo tático do terreno obtivemos a média 3.7.

No quesito receber instrução através da utilização dos recursos instrucionais, como quadro branco e slides, a média foi 2.7, onde inferimos uma dificuldade fruto da ausência destes e a necessidade de se recordar dos dados previamente instruídos ou até mesmo acessar documentos confeccionados como forma de facilitar o acesso às informações.

A opinião sobre a ferramenta de instrução foi o quesito mais graduado neste questionário com a média 4.7, e receber instrução com esse tipo de aplicação obteve média 3.3, onde podemos inferir, de maneira geral, que é indiferente receber a instrução com esta metodologia, somando-se o fato de que ela é amplamente difundida.

Por ocasião da utilização do simulador, o questionário 2 foi preenchido novamente, de forma a compará-lo com os resultados obtidos no terreno. Nele obtivemos, tanto para a condução do giro do horizonte, para entendimento do estudo tático do terreno, como para o recebimento da instrução através da utilização dos recursos instrucionais, a média 4.7.

Nas demais perguntas obtivemos em todas as suas notas o grau 5, onde inferimos uma boa aceitação por parte dos alunos que passaram por esse cenário.

Além deste, o questionário 3, que visa comparar o emprego do simulador com a Metodologia Convencional, foi preenchido com a finalidade de efetuar comparações com o cenário SVETT, onde obtivemos, neste cenário, os seguintes resultados:

- Apenas 1 dos 3 participantes preferiu a Metodologia Convencional quanto a forma de entender os aspectos topológicos;

- Apenas 1 dos 3 participantes preferiu a Metodologia Convencional quanto a forma de entender os aspectos táticos não sendo esta a mesma pessoa que preferiu a MC nos aspectos topológicos;
- Todos os participantes optaram pelo SVETT como ferramenta que apresentou a melhor forma de entender o giro do horizonte e integração entre os recursos instrucionais;
- Todos os participantes graduaram com a nota 5 (Muito bom) a opinião, de maneira geral, sobre o SVETT;
- A opinião, de maneira geral, sobre a Metodologia Convencional, obteve média 4;
- Todos os participantes preferiram o SVETT quando solicitado que ordenassem por ordem de prioridade a ferramenta que deu apoio ao entendimento do conteúdo ensinado e a forma como as ferramentas são representadas visualmente;

### 6.2.3

#### Entrevistas

As entrevistas foram realizadas tanto após o término da participação no simulador como após a participação do estudo no terreno propriamente dito. As questões foram elaboradas visando preencher os detalhes que os questionários, por si só, não seriam capazes de alcançar.

#### 6.2.3.1

##### Participação no cenário SVETT

Por ocasião da utilização do SVETT, P1 destacou o experimento como muito similar ao exercício no terreno, só que com o incremento da capacidade de ser possível a visualização dos objetos no terreno, pontos cardeais e outras funcionalidades. Perguntado se a inserção de objetos no terreno ajudou no entendimento respondeu que sim e disse também que tem dificuldades no giro do horizonte e a ferramenta ajudou bastante. Como aspecto negativo citou a ausência de detalhamento gráfico, que dificultou a identificação de construções no terreno.

P1 em sua entrevista relata que no simulador é mais fácil de se entender a atividade do que na metodologia convencional, porém nada troca o terreno. Destaca também que a maneira como os recursos eram utilizados facilitava o entendimento. Em contrapartida, ele relata que quando estava no Exercício no Terreno via-se a realidade, como por exemplo, a noção de distância no simulador que aparentava ser menor que a real. Outro aspecto ressaltado foi a possibilidade da imagem ser mais real.

P1 ressalta como ponto positivo a facilidade que se tem de não precisar ir para o terreno e ao mesmo tempo conseguir ter uma noção de fixar o que foi aprendido, como as vias de acesso, o OCO<sup>3</sup> e as análises táticas, além da facilidade de entender.

Sobre a interação, ele menciona ainda a parte da mão e a facilidade de manobrar com os recursos instrucionais próximos. Destaca também o fato de poder colocar uma apresentação de slides e um quadro Branco.

Após a participação do exercício no terreno, na mesma região criada no Ambiente Sintético de Treinamento, P1 disse que possui dificuldade com o terreno, mas depois do exercício de Seropédica<sup>4</sup> e do simulador está melhorando.

A experiência dele, em que pese o fato de ter tido uma carreira bem administrativa, sem contato com o terreno ou esse tipo de estudo, teve início em Seropédica, pois foi a primeira, e ajudou a se situar um pouco mais, considerando também o fato de ter recebido apenas a parte teórica antes, o Simulador foi um reforço significativo em relação à Seropédica e está conseguindo desenvolver mais. Considerou uma evolução razoável.

Ele achou que as experiências são muito similares, porém, se comparando o terreno virtual com o real, existe uma noção maior de profundidade no terreno real, mas nada que tenha interferido a ponto de só ter conseguido tirar a dúvida no terreno. Disse também que não houve dificuldades fruto da instrução no simulador.

Terminou dizendo que a aplicação está bastante condizente com a proposta, trazendo um realismo bastante significativo e experiências quase que equivalentes, somando-se os recursos no simulador que não se têm no adestramento real.

Sendo P2 o próximo entrevistado, este disse que muitas coisas ficaram na memória após a passagem pelo SVETT e foram reconhecidas, como a estrada (BR 101), o local onde estava e o giro do horizonte feito à época. Ele infere que sua experiência passando por todas as etapas (aula teórica, simulador e ET) teria sido mais completa se tivesse colocado o Tema Base<sup>5</sup> no simulador e depois no terreno.

O militar destaca que quando fez o experimento não sabia que se tratava do local do tema, mas quando olhou para o Posto de Observação, as elevações

<sup>3</sup>OCO é uma sigla que se aprende por ocasião do estudo do terreno, tendo em vista a análise deste. Consistem em Observação e campos de tiro, Cobertas e abrigos e Obstáculos

<sup>4</sup>A manobra realizada no município de Seropédica, RJ, é o primeiro adestramento dos alunos do curso com enfoque em estudo do terreno

<sup>5</sup>Tema Base é um exercício realizado pelos alunos do curso onde eles, aos poucos, realizam as tarefas normalmente executadas para a confecção de um planejamento. Para isso são inseridos em um contexto que contém uma situação inicial de um conflito, seguido em uma necessidade de emprego das Forças Armadas.

de SERRA DAS PEDRINHAS e de ENGANO<sup>6</sup> se lembrou do simulador. Baseado nisso, ressaltou que um aspecto a se melhorar seriam os gráficos. Ressaltou ainda que quanto mais próximo de conseguir ver a manobra é melhor e que uma dificuldade é fazer com que o aluno veja a manobra da mesma forma que o instrutor a visualiza. Além disso, percebeu também a noção de distância maior no terreno e disse que conseguiu responder tranquilamente às perguntas observando o mundo virtual.

O participante termina a entrevista dizendo a vantagem do simulador, que consiste em conseguir mostrar as coisas de diferentes ângulos, onde no terreno a não se consegue.

Entrevistado, P3 ressaltou que a “experiência foi um bom início e deu uma base boa para chegar no terreno, porém não são atividades que venham a excluir uma em preferência da outra, sendo ambas complementares”. Disse também que o simulador ainda não chegou em uma realidade que vá substituir o terreno, mas que o SVETT adianta muito, fazendo com que o terreno se torne melhor conduzido a posteriori, em especial com relação a ambientação.

Elenca que apesar de algumas falhas como dobras no terreno não serem percebidas (onde citou o exemplo da mineradora nas proximidades), a ambientação valeu a pena. Continua dizendo que, em termos de aspectos táticos, a mudança de algumas medidas de coordenação foram melhor percebidas no terreno após serem abordadas no simulador e que uma dificuldade encontrada foi a questão da vegetação que não tinha sido observada no simulador.

Sendo o último entrevistado, P4 disse que a experiência do simulador está coincidindo com a real e que se o simulador fosse utilizado desde o início com os outros Postos de Observação do terreno seria uma ferramenta excelente.

Disse também que não conseguiu lembrar de muita coisa, mas pelo que se recorda os detalhes coincidiam. Fato interessante foi que se lembrou da questão feita, no simulador, sobre algumas das medidas de coordenação vistas no terreno, e que foi possível visualizar melhor quando chegou ao local. Terminando, ressalta que daria para ir ao terreno apenas para instruções mais avançadas.

<sup>6</sup>Para o estudo no terreno algumas elevações recebem nomes aleatórios com o intuito de serem identificadas, principalmente devido a alguma importância operativa que possam apresentar

### 6.2.3.2

#### Participação no cenário terreno

Por ocasião da ida ao terreno, P5 descreve que a Metodologia Convencional<sup>7</sup> é boa e positiva, e quando chega no terreno se percebe que a Carta Militar é muito limitada, em destaque algumas dobras no terreno observadas que não aparecem na carta, comprovando a necessidade de ir à região.

Mencionou também que tem Posto de Observação que é mais fácil de se identificar as elevações e medidas de coordenação e outros não, além do fato de que, estando em um ponto, não se consegue ir próximo a posição e olhar e distinguir quais são as elevações<sup>8</sup>. Mencionou também a logística de um curso bastante caro. Fato que marcou foi que só a carta não resolve o problema de estudo do terreno,

P6 em sua entrevista após o exercício descreve que alguns conceitos não são tão claros de se entender somente com slide, e que, como já teve experiência com a Infantaria então tem entendimento. Ele acha que o ideal seria um tempo maior para se estudar o terreno e entender o que está na carta e o que não está, e que, neste caso, a experiência faz falta. Um ponto ressaltado por ele foi que o slide poderia ser mais rico com fotos e imagens reais, bem como transmitir noções de distâncias.

Como ponto positivo ele cita que a Metodologia Convencional de alguma forma prepara para o terreno e acredita que o caminho inverso (observando o terreno antes e depois indo para a teoria) fosse mais interessante, entendendo as leis do modelado no Posto de Observação. Disse também que não confia na carta somente e que verifica imagens do *Google Earth* e as compara.

Disse por fim que existe uma necessidade maior em se preparar melhor, e sugeriu um estágio só sobre topografia, preocupação com a parte tática e termos militares, seja indo ao terreno ou usando algum outro recurso, e que perde-se muito tempo em giro do horizonte onde, apesar de ser conhecimento necessário, tem militares que fizeram carreiras diferentes antes do curso.

P7 descreve que na Metodologia convencional são realizados dois exercícios de planejamentos (Tema Base) apenas em sala e, antes da ida efetivamente ao terreno, são realizados os módulos acadêmicos<sup>9</sup>, sendo necessário deixar o planejamento de lado para tais aulas, quebrando a linha de raciocínio.

<sup>7</sup>Metodologia Convencional consiste na sequência de eventos visando a aprendizagem do aluno, nesta ordem: aula teórica seguido de visita a região utilizada.

<sup>8</sup>Deslocamentos nas áreas de estudo demandam tempo. Sendo assim não é possível visitar todos os morros de forma a se esclarecer dúvidas de identificação de aspectos topológicos e táticos do terreno

<sup>9</sup>Modulo acadêmico é a parte do curso voltado a estudos de nível universitário em áreas acadêmicas, como parte de um curso sobre Relações Internacionais

Outro aspecto citado foi o fato da carta estar muito defasada, ficando com problemas em fazer o giro do horizonte. Além disso, fazer o planejamento antes com a carta facilita, mas não é o suficiente, e seria interessante ter mais tempo para fazer as análises. Ele termina dizendo que o diferencial do curso é a possibilidade de se ver o terreno e, se fosse possível, fazer os planejamentos seguidos da ida até este.

Após a atividade no terreno, tendo retornado e passado pelo simulador, os alunos foram entrevistados novamente, de forma que P5 disse em sua entrevista que às vezes no PO não se consegue identificar as medidas de coordenação. Já no simulador, caso a gente tenha algum problema de visualização, os recursos de apontar e são facilitadores.

Aspecto positivo é o fato de poder acessar diversos pontos do terreno e ser possível fazer, mesmo durante o dia, vários exercícios. Outro aspecto foi o fato do óculos encaixar no rosto de uma forma que parece que você está no terreno. Um aspecto negativo foi a vegetação aparecer como uma imagem texturizada.

Um fato lembrado pelo participante foi um adestramento chamado ET - Topotático (Exercício no Terreno - Topotático), onde eles saíram de manhã e voltaram a noite só para ver a parte do estudo topotático em Seropédica. Apesar da experiência boa, basicamente eles foram ao local para testar o linguajar, quando identificou, durante a entrevista, que a ferramenta serviria, pelo menos, para isso.

P6, após utilizar o simulador, disse que não tem costume de usar esse tipo de equipamento e, como já tinha ido ao local antes, não teve dificuldade em reconhecer, mas teve dificuldade em lembrar das elevações por estar a um tempo sem estudar a Carta Militar da região. Acredita que se chegasse no terreno tendo passado pelo simulador antes teria uma facilidade muito maior. Mencionou também que o instrutor poderia se aprofundar muito mais na parte doutrinária. Destacou ainda que se perde muito tempo no terreno reconhecendo o local.

Outro detalhe é quando no terreno, caso o aluno esteja falando de uma elevação errada, o instrutor não é capaz de identificar isso, apenas a parte doutrinária. Mencionou também a dificuldade na possibilidade de alteração da visibilidade e o curto espaço de tempo para a execução das atividades, onde só se tem entre o nascer e o por do sol para realizar os estudos.

Ele destacou a possibilidade de mostrar no terreno virtual onde estão localizadas as peças de manobra ou as medidas de coordenação, pois elas aparecem visualmente, por mais que o militar tenha que saber orientar os demais para a posição, não abrindo margem para interpretações.

Mencionou também que, no terreno, o instrutor acaba perdendo um tempo muito grande para apontar para determinados tipos de coisa que no simulador acaba sendo bem mais rápido, como por exemplo mostrar a frente ocupada por uma Companhia ou exibir uma Via de acesso.

Por fim, mencionou como aspecto negativo a definição gráfica do terreno, que pode dificultar a observação das linhas de altura caso não estejam bem caracterizadas pela vegetação.

Ao ser entrevistado, P7 disse que a forma como foi ensinado e os recursos que o simulador possui são muito melhores do que no terreno, como mencionado por ele: “Tem coisas que no SVETT a gente vê que no terreno o instrutor fala umas 10 vezes e a gente não acha”.

Um problema encontrado foi a resolução do terreno estar muito ruim e não estar 100% condizente com a realidade. Um exemplo dado foi que a elevação onde eles estavam parecia ser menor que a real.

Como aspectos positivos, mencionou a disponibilidade de carta militar, slides de apresentação, quadros com desenhos feitos pelo instrutor e a facilidade de apontar com o laser. Mencionou também a possibilidade de observar os objetos posicionados acima das elevações com a finalidade de ressaltá-las no terreno, bem como apontar para uma posição. Falou ainda que se os alunos pudessem passar pelo simulador antes seria melhor para poder se situar no terreno antes.

#### 6.2.4

##### **Análise comparativa dos questionários**

Ao analisarmos o questionamento sobre a facilidade de condução do giro do horizonte, observamos que as médias dos alunos do cenário SVETT por ocasião do Simulador foi de 4.75, seguido de 4.25 no terreno. Já os militares que fizeram o giro do horizonte direto no terreno a média foi 3.0, onde podemos inferir que o fato dos alunos utilizarem o simulador antes do terreno melhora seu desempenho. Fato este que pode ser reforçado ao observarmos o questionamento sobre facilidade de identificação das elevações no terreno, onde obteve grau 4.5.

Analisando os questionários de número 2, que avalia a ferramenta de forma individual, ambos aplicados ao cenário terreno, tanto no experimento no terreno como no Simulador, observamos que as médias das notas do questionário aplicado por ocasião da utilização do SVETT, em todos os quesitos, aparecem superiores aos aplicados por ocasião do ET, como podemos observar no gráfico da “Fig. 6.7”. Onde podemos concluir, baseado no propósito

de emprego do simulador<sup>10</sup>, que o emprego da ferramenta para instruções auxilia no processo ensino-aprendizagem dos alunos.



Figura 6.7: Resultados do questionário 2 do cenário terreno comparando as médias das avaliações.

Questionário 2	
1	A condução do giro do horizonte foi...
2	O entendimento do estudo tático do terreno foi...
3	Receber instrução através da utilização dos recursos instrucionais (quadro branco ou slides) foi...
4	A observação do terreno foi...
5	De modo geral em achei a ferramenta de instrução...
6	Receber instrução com essa ferramenta foi...
7	Com relação às respostas que deste neste questionário, eu estou...

Tabela 6.1: Índice dos itens do gráfico da “Fig. 6.7 contendo as perguntas do questionário 2 e média final das notas.

Apesar dos militares envolvidos não terem experiência no uso de equipamentos de Realidade Virtual (fato observado no questionário 1), As avaliações positivas no questionário 2 em ambos os cenários, relativas à facilidade de uso e entendimento da instrução inferem que o uso do equipamento seria viável a medida que não demanda instruções complexas para sua utilização.

Ao observarmos o questionário 3 na tabela 6.2 verificamos que, em ambos os cenários, nas perguntas que avaliam o apoio que as ferramentas deram no entendimento do conteúdo e a forma como as ferramentas são representadas visualmente, todos os alunos enumeram o SVETT prioritariamente à Metodologia Convencional, onde inferimos o simulador como elemento facilitador de transferência de conhecimento do instrutor para o aluno.

<sup>10</sup>O propósito de emprego do SVETT consiste na sua utilização entre a instrução teórica e o adestramento na região a ser estudada.

Fato que pode vir a reforçar o parágrafo anterior são as respostas obtidas nas perguntas que avaliam a integração entre os recursos instrucionais e ferramenta que apresentou a melhor forma de se entender o giro do horizonte, onde obtiveram maioria da preferência pelo Simulador proposto.

PERGUNTAS	CENÁRIOS						
	SVETT				TERRENO		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	SVETT	SVETT	SVETT	SVETT	MC	SVETT	SVETT
2	SVETT	SVETT	SVETT	SVETT	SVETT	SVETT	MC
3	SVETT						
4	SVETT						
5	5	5	5	5	5	5	5
6		5	4	3	4	3	5
7	SVETT / MC						
8	SVETT / MC						
9	5	4	5	5	3	5	5

Tabela 6.2: Resultados do questionário 3 que visam avaliar individualmente as ferramentas.

PERGUNTAS	
1	Qual das ferramentas apresentou a melhor forma de entender os aspectos <b>TOPOLÓGICOS</b> ?
2	Qual das ferramentas apresentou a melhor forma de entender os aspectos <b>TÁTICOS</b> ?
3	Qual das ferramentas apresentou a melhor forma de entender o giro do horizonte?
4	Qual das ferramentas apresentou a melhor integração entre recursos instrucionais?
5	De modo geral, eu achei o SVETT...
6	De modo geral, eu achei a Metodologia Convencional...
7	Levando em consideração o apoio que as ferramentas me deram no entendimento do conteúdo ensinado, eu as ordenaria da seguinte forma...
8	Levando em consideração a forma como as ferramentas são representadas visualmente, eu as ordenaria da seguinte forma...
9	Com relação às respostas que dei neste questionário, eu estou...

Tabela 6.3: Índice de questões elaboradas para o questionário 3.

Outro aspecto a ser ressaltado nas respostas obtidas se deve à avaliação, de maneira geral, sobre o questionário, obtendo grau 5 por todos os alunos participantes, em comparação à Metodologia convencional, que obteve média 4, comprovando a boa aceitação da aplicação por parte dos discentes.

Sobre o questionário 4, que avalia os benefícios advindos do uso do simulador, o questionamento que argui se o discente se sente melhor preparado para o adestramento no terreno obteve nota 4.25, onde concluímos que a aplicação possui características que contribuem com a aprendizagem do aluno e, baseado no grande intervalo entre os adestramentos, que possui também características que contribuem com a aprendizagem a longo prazo.

Os resultados constatarem uma melhora no processo de aprendizagem dos alunos. No cenário “SVETT”, onde o tempo de intervalo entre os experimentos foi de oitenta e dois dias, os alunos, por ocasião da segunda entrevista, reportaram terem se lembrado das perguntas realizadas bem como reconheceram o

terreno. Além disso, por ocasião do término dos experimentos foi perguntado se os alunos estavam sentindo algum tipo de dor de cabeça, o que foi negado por todos. Não foi realizado nenhum tipo de questionário com relação a *motion sickness* ou imersão, sendo estes relacionados para trabalhos futuros

### 6.2.5

#### Resposta às hipóteses

Colhendo os relatos e questionários tanto dos instrutores como dos alunos concluímos ter subsídios necessários para responder as 5 hipóteses descritas no capítulo 1 de nosso trabalho.

#### 6.2.5.1

##### Hipótese 1

Observando as respostas obtidas dos instrutores, tais como a prioridade dada ao SVETT quando do questionário 3, à "Fig. 6.3", onde optou-se pelo Simulador na maioria dos quesitos, além de relatos colhidos nos questionários tais como "A possibilidade de trazer outros elementos como slides para poder exemplificar alguma coisa, como se estivesse estudando a parte tática do terreno" e, assimilando a participação dos alunos, onde P5 elucidou como aspecto positivo "o fato de poder acessar diversos pontos do terreno e ser possível fazer, mesmo durante o dia, vários exercícios", em que pesem as oportunidades de melhoria citadas, temos evidências de que nosso Simulador atende à nossa hipótese 1: "A ferramenta projetada possui recursos que permitem a condução de uma instrução sobre o estudo Topotático do terreno em um Ambiente Sintético de Treinamento (AST)".

#### 6.2.5.2

##### Hipótese 2

Sobre a hipótese 2, "Os recursos disponibilizados facilitam a transmissão de conhecimento para os alunos", observamos relatos dos instrutores e alunos que à inferem positivamente.

Pelos docentes temos como exemplos I1, que ressalta a "Facilidade de poder usar isso na sala de aula", I2, que descreve "A possibilidade de trazer outros elementos como slides para poder exemplificar alguma coisa, como se estivesse estudando a parte tática do terreno", além de respostas do questionário 2 dos professores, observado na tabela 6.2, onde tanto a condução do estudo tático do terreno como o giro do horizonte obtiveram graus próximos ao máximo.

Dos alunos, observando as respostas do questionário 2, sobre receber instrução através da utilização dos recursos instrucionais da ferramenta, todos graduaram com nota 5 no cenário SVETT e 4.7 no cenário terreno. Além disso, todos os participantes optaram pelo SVETT como ferramenta que apresentou a melhor forma de entender o giro do horizonte e integração entre os recursos instrucionais.

### 6.2.5.3

#### Hipótese 3

Referente nossa hipótese; "O conteúdo ministrado para os alunos por meio da ferramenta evita distorções no entendimento, de forma que todos compreendam, da mesma forma, a informação dada pelo instrutor", todos os participantes preferiram o SVETT quando solicitado que ordenassem por ordem de prioridade a ferramenta que deu apoio ao entendimento do conteúdo ensinado e a forma como as ferramentas são representadas visualmente. Além disso temos os seguintes relatos de alunos:

- P1 destacou o experimento como "muito similar ao exercício no terreno, só que com o incremento da capacidade de ser possível a visualização dos objetos no terreno, pontos cardeais e outras funcionalidades";
- P5 disse em sua entrevista que "às vezes no PO não se consegue identificar as medidas de coordenação. Já no simulador, caso a gente tenha algum problema de visualização, os recursos de apontar são facilitadores"; e
- P5 disse também que "quando no terreno, caso o aluno esteja falando de uma elevação errada, o instrutor não é capaz de identificar isso, apenas a parte doutrinária".

Desta forma podemos inferir que nossa hipótese foi respondida de forma positiva.

### 6.2.5.4

#### Hipótese 4

Na hipótese "os recursos disponibilizados tanto para o instrutor como para o aluno em suas interfaces são facilmente acessíveis", temos relatos de instrutores onde existe "praticidade para se ministrar instrução sobre o assunto" com a interface sugerida e que a esta "Deixa o entendimento também muito interessante". Além disso, por ocasião da análise do questionário 3, segundo as tabelas 6.3 e 6.4, observamos que na pergunta relativa à ferramenta que apresenta melhor integração entre recursos instrucionais, o SVETT teve a preferência por parte de todos.

### 6.2.5.5

#### Hipótese 5

Nossa última hipótese: "O conteúdo ministrado é assimilado pelo aluno e efetivamente memorizado", em que pese o fato do período de 82 dias, no cenário SVETT, entre a passagem dos alunos pelo simulador e a ida ao exercício no terreno, P2 relatou que "muitas coisas ficaram na memória após a passagem pelo SVETT e foram reconhecidas, como a estrada (BR 101), o local onde estava e o giro do horizonte feito à época". Outro aluno, P4, se lembrou da questão feita, no simulador, sobre algumas das medidas de coordenação vistas no terreno, onde podemos inferir que houve memorização por parte dos alunos.

## 7

### Conclusão

A Marinha do Brasil vem se empenhando continuamente na busca constante de tecnologias para a capacitação de seus militares.

O cumprimento da grande quantidade de tarefas constantes em sua missão é possível graças a amplitude de ambientes operacionais em que ela é capaz de operar e o constante preparo do seu pessoal.

As operações terrestres, responsabilidade dada à Força de Fuzileiros da Esquadra [2], composta pelo Corpo de Fuzileiros Navais (CFN), tropa profissional e voluntária, demandam uma constante necessidade de preparo e adestramento com o foco nas diversas tarefas atribuídas. Sendo assim, o CFN encontra-se permanentemente em condição de pronto emprego, para assegurar sua capacidade de projeção de poder do mar para a terra [3].

Para que as tarefas citadas acima sejam cumpridas da melhor maneira possível, um planejamento detalhado e bem estruturado se faz necessário [12]. Seu preparo é feito por pessoal altamente treinado e capaz de interpretar todos os dados disponibilizados, que envolvem normalmente aspectos relacionados ao relevo, inimigo, vegetação e clima, conhecidos como aspectos Topotáticos do terreno [4]. Um detalhe importante a destacar é a necessidade constante de preparo e capacitação de pessoal para desempenhar essa função.

Porém, ensinar militares a estudar uma região para a realização de operações militares por vezes é difícil dentro de uma sala de aula fechada. Por isso os alunos são normalmente levados a diferentes regiões, de forma que possam ter um melhor contato com o terreno e entender o que deve ser considerado para seu estudo. Nessas oportunidades todos ocupam posições em locais que permitam a melhor observação do terreno e em boas condições, o que são, geralmente, o topo das elevações mais altas.

Baseado na tendência mundial onde o desenvolvimento de diferentes categorias de simuladores [5] possibilita um treinamento com maior qualidade e o conseqüente preparo da tropa e, considerando sempre o fato de que um exercício real nunca deve ser substituído, uma grande oportunidade surgiu na seguinte pergunta: e se os Oficiais-Alunos chegassem ao local de adestramento já possuindo um primeiro contato prévio com a região, ou seja, já tendo dirimido as dúvidas mais básicas e restando apenas as atividades mais complexas ou peculiares?

Neste estudo apresentamos o SVETT, um simulador virtual de estudo topotático do terreno que utiliza fontes abertas para reproduzir uma região

qualquer e inserir tanto o aluno como o instrutor em uma área através de suas interfaces, com finalidade de majorar o ganho de conhecimento e preparar alunos para um melhor desempenho em exercícios militares. Seu emprego, por funcionar com conexão servidor cliente, permite a transmissão de dados para vários equipamentos, possibilitando a instrução para vários alunos.

Levantamos, para confirmar se nossa proposta estudada atende ao nosso problema militar, 5 hipóteses, a saber:

1. A ferramenta projetada possui recursos que permitem a condução de uma instrução sobre o estudo Topotático do terreno em um Ambiente Sintético de Treinamento (AST);
2. Os recursos disponibilizados facilitam a transmissão de conhecimento para os alunos;
3. O conteúdo ministrado para os alunos por meio da ferramenta evita distorções no entendimento, de forma que todos compreendam, da mesma forma, a informação dada pelo instrutor;
4. Os recursos disponibilizados tanto para o instrutor como para o aluno em suas interfaces são facilmente acessíveis;
5. O conteúdo ministrado é assimilado pelo aluno e efetivamente memorizado;

Avaliamos nossa aplicação com 12 participantes, entre 7 alunos e 5 instrutores, onde obtivemos resultados favoráveis no processo ensino-aprendizagem. Através de dados coletados por meio de entrevistas e questionários, constatamos que tanto instrutores como alunos tiveram boa aceitação da aplicação e conseguiram utilizar as funcionalidades.

Ao avaliarmos os instrutores identificamos que todos os instrutores marcaram o SVETT como ferramenta que apresenta melhor integração entre os recursos instrucionais, além disso, relatos afirmam que o simulador deixa o entendimento muito interessante e que a instrução desta forma retira a inércia dos alunos e possibilita perguntas mais elaboradas quando estiverem no Exercício no Terreno, onde inferimos que existe uma aprovação no conceito de instrução transmitido pelo simulador.

Referente aos alunos, todos graduaram com a nota máxima o questionamento sobre receber instrução através da utilização dos recursos instrucionais da ferramenta. Outro aspecto interessante se deve ao fato de todos os alunos escolherem o SVETT como melhor forma de entendimento dos aspectos topológicos e táticos, melhor forma de entender o giro do horizonte e integração entre os recursos instrucionais.

Por ocasião das entrevistas os alunos relataram que, quando participaram do exercício real realizado na mesma região criada para o experimento, identificaram o terreno gerado no simulador, bem como algumas perguntas efetuadas, em destaque uma sobre medidas de coordenação que poderiam apenas ser visualizadas no terreno real, tendo sido esta explicada por meio de desenhos efetuados no AST por ocasião do experimento no Simulador. Cabe destacar aqui que o período entre a passagem pelo simulador e o exercício real foi de 82 dias, onde podemos inferir que o simulador contribui com a aprendizagem a longo prazo.

Outro fato importante a elencar foi o relato do P6, onde ele menciona a “possibilidade de mostrar no terreno virtual aonde estão localizadas as peças de manobra ou as medidas de coordenação, pois elas aparecem visualmente, por mais que o militar tenha que saber orientar os demais para a posição, não abrindo margem para interpretações”.

Com as respostas obtidas dos questionários, bem como análise dos relatos efetuados por ocasião das entrevistas, pudemos responder positivamente à todas as hipóteses descritas, obtendo evidências de que nossa aplicação atende ao problema militar proposto.

Os resultados sugerem também melhorias para que o simulador seja adequado para todo tipo de usuário, além de uma proposta de estudos futuros, como a possibilidade da identificação, mesmo utilizando o HMD, da expressão do rosto do usuário, bem como a possibilidade da transmissão da instrução para alunos localizados em diferentes Unidades Militares.

Como melhorias a serem futuramente realizadas na aplicação destacamos:

- Melhorias na parte gráfica da aplicação;
- Criação de área livre para criar seu próprio terreno e gerar situações, explicar leis do modelado, etc;
- Observar interações entre peças de manobra e permitir decisões sobre essas interações;
- Simular a utilização de um binóculo;
- Realização de um sobrevoo na região para possibilitar aos alunos o entendimento das dificuldades em observar a tropa no terreno a partir de uma aeronave;
- Possibilitar instruções utilizando transmissão de dados pela web, o que permitiria adestramentos entre Unidades Militares tanto próximas quanto em outros Estados;

Em se tratando de implementação, foram estudados equipamentos que possuíssem melhor relação custo-benefício, onde concluímos que a melhor

aquisição seria o OCULUS QUEST [39], equipamento que funciona de forma independente de CPU e permite maior liberdade de movimento. Seu preço, com memória interna de 64GB, foi verificado a USD 399,00. Calculando o valor total para a compra de 60 unidades, os custos (sem conversão para a moeda nacional, taxas de importação nem impostos) seriam de USD 23.940,00.

Por se tratar de um adestramento que envolve diversos níveis de decisão e emprego e, em que pese a flexibilidade que a ferramenta possibilita, o SVETT pode ser empregado também para outras finalidades, como emprego em operações reais, transmitindo consciência situacional para o Comandante da Operação e auxiliando sua tomada de decisão.

Nossa solução é adequada a medida que tanto docentes acharam a ferramenta fácil de usar, como discentes absorveram conhecimento (fato comprovado com a lembrança adquirida fruto do uso do simulador relatada pelos participantes), bem como permitiu a capacidade de adestramentos com pouca ou nenhuma margem para entendimentos diferentes dos pretendidos pelo instrutor (conforme relato do P6 por ocasião de sua entrevista). Estudos futuros permitirão a ampliação de sua capacidade, de forma a servir como ferramenta de ensino e atender às expectativas de capacitação e prontidão necessárias à Defesa da Pátria.

## Referências bibliográficas

- [1] BRASIL. MARINHA DO BRASIL. **Doutrina Básica da Marinha 2014**. Technical report, Estado-Maior da Armada, Brasília, 2014. 1
- [2] MD. **Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN)**. Brasília, 2012 edition, 2012. (document), 1, 2.1, 2.2, 7
- [3] BRASIL. **Política Nacional de Defesa. Estratégia Nacional de Defesa**. Technical report, Ministério da Defesa, Brasília, 2012. 1, 7
- [4] NAVAIS, C.-G. D. C. D. F.. **Manual do Combatente Anfíbio**. Technical report, Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais, Rio de janeiro, 2008. 1, 2.1.3, 2, 8, 1, 7
- [5] BEN, D.; QATAR, A.; FORCE, E. A.; ARBIA, D. B. ; OUERSIGHNI, R.. **Simulation Systems for armed forces training Simulation system NATO's Standards and proposal of Environment model CROW2 : Critical and Rescue Operations using Wearable Wireless sensors networks View project SafeITS View project Simulation Systems for arme**. 2012. 1, 7
- [6] NAVAIS, C.-G. D. C. D. F.. **Manual de Operações Anfíbias dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais**. Technical report, Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais, Rio de janeiro, 2014. 1
- [7] **Forças Armadas assumem ocupação de 15 comunidades da Maré, Rio**. <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2014/04/forcas-armadas-assumem-ocupacao-de-15-comunidades-da-mare-rio.html>, 2014. Accessed: 14/11/2019. 2.1.2
- [8] **Marinha treina para JMJ e Copa das Confederações no Rio**. <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2013/05/marinha-treina-para-jmj-e-copa-das-confederacoes-no-rio-veja-fotos.html>, 2013. Accessed: 14/11/2019. 2.1.2
- [9] DA DEFESA, M.. **O Brasil na MINUSTAH (Haiti)**. <https://www.defesa.gov.br/relacoes-internacionais/missoes-de-paz/o-brasil-na-minustah-haiti>, 2019. Accessed: 14/11/2019. 2.1.2

- [10] DA DEFESA, M.. **O Brasil na Unifil (Líbano)**. <https://www.defesa.gov.br/relacoes-internacionais/missoes-de-paz/o-brasil-na-unifil-libano>, 2019. Accessed: 14/11/2019. 2.1.2
- [11] NAVAIS, C.-G. D. C. D. F.. **Manual de Fundamentos de Fuzileiros Navais**. Technical report, Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais, Rio de Janeiro, 2013. 2.1.3
- [12] NAVAIS, C.-G. D. C. D. F.. **Manual de Planejamento dos Grupos Operativos de Fuzileiros Navais**. Technical report, Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais, Rio de Janeiro, 2008. 2.1.3, 7
- [13] VILLARMOSA, A. D. M.; RAPOSO, A. B.; DAM, P. F. ; ALMEIDA, R. D. S. E.. **Topological and tactical study modeling into a virtual environment**. 2019. 2.2, 1
- [14] **Passagens de ônibus de Rio de Janeiro, RJ Aracaju, SE**. <https://www.clickbus.com.br/onibus/rio-de-janeiro-rj-todos/aracaju-se?departureDate=2019-11-20{&}returnDate=2019-11-26>, 2019. Accessed: 19/11/2019. 3
- [15] MAIA ABREU, C. E.; RODRIGUES BARBOSA GONZAGA, D.; DOS SANTOS, F. J.; FERREIRA DE OLIVEIRA, J.; DE MORAIS OLIVEIRA, K. D.; MORAIS FIGUEIREDO, L.; NASCIMENTO, M. P.; GOMES DE OLIVEIRA, P.; DE SOUZA YOSHINAGA, S. T.; TAVEIRA DE OLIVEIRA, T.; SILVA DA MATA, V. ; DOS SANTOS GONÇALVES, G. A.. **Indústria 4.0: Como as Empresas Estão Utilizando a Simulação para se Preparar para o Futuro**. Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, 12(12):49, feb 2018. 2.3
- [16] CIPRESSO, P.; GIGLIOLI, I. A. C.; RAYA, M. A. ; RIVA, G.. **The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature**. Frontiers in Psychology, 9(NOV):2086, nov 2018. 2.3
- [17] STEDMON, A. W.; STONE, R. J.. **Re-viewing reality: human factors of synthetic training environments**. International Journal of Human-Computer Studies, 55(4):675–698, oct 2001. 2.3, 3
- [18] BOND, A. J. H.; BRIMSTIN, J. ; CARPENTER, A.. **Virtual Environments for Competency-Oriented Education and Training**. In: Kantola, J. I.; Barath, T.; Nazir, S. ; Andre, T., editors, PROCEEDINGS OF THE AHFE 2016 INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN

- FACTORS, BUSINESS MANAGEMENT AND SOCIETY, volumen 498 de **Advances in Intelligent Systems and Computing**, p. 699–711, Cham, 2017. Springer International Publishing. 2.3
- [19] LISKE, H.. **A lightweight model of computer based training for exam preparation**. In: PROCEEDINGS OF THE 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SYSTEMS AND TECHNOLOGIES AND WORKSHOP FOR PHD STUDENTS IN COMPUTING ON INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SYSTEMS AND TECHNOLOGIES - COMPSYSTTECH '10, volumen 471, p. 365, New York, New York, USA, aug 2010. ACM Press. 3
- [20] VEEN, M. J. P. V. M. J.-P.; LETICHE, H. K. H. K. ; UNIVERSITEIT VOOR HUMANISTIEK (UTRECHT). **Validating the virtual : an extensive case study of a military training simulator**. Bureau Repro, Breda, Holanda, 1 edition, 2014. 3
- [21] PALKHIVALA, K.; BOWLLAN, C. ; BARNWELL, T.. **CBT on the fast track**. In: PROCEEDINGS OF THE 17TH ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER DOCUMENTATION - SIGDOC '99, p. 169–175, New York, New York, USA, nov 1999. ACM Press. 3
- [22] **Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo**. <https://www.marinha.mil.br/ciasec/>, 2019. Accessed: 19/01/2020. 4.1
- [23] **Qual é a melhor forma de organizar as carteiras na sala de aula**. <https://novaescola.org.br/conteudo/11093/qual-e-a-melhor-forma-de-organizar-as-carteiras-na-sala-de-aula>, 2018. Accessed: 05/02/2020. 1
- [24] **Unity**. <https://unity.com/pt>, 2010. Accessed: 05/02/2020. 4
- [25] **Visual Studio**. <https://visualstudio.microsoft.com/pt-br/>, 2020. Accessed: 05/02/2020. 4
- [26] **O que é TCP/IP e como funciona**. <https://www.infonova.com.br/artigo/o-que-e-tcp-ip-e-como-funciona/>, 2018. Accessed: 28/11/2019. 4.2.1
- [27] **MNF (Mobile Network Framework)**. <https://assetstore.unity.com/packages/tools/network/mnf-mobile-network-framework-53955>, 2019. Accessed: 05/02/2020. 4.2.1

- [28] ANDERSON, P. S.; ANDERSON, P. S. ; MONMONIER, M. S.. **Princípios de cartografia básica**, volumen 1. Illinois State University, 1 edition, 1982. 4
- [29] DA SILVA BAILER ADRIANA GOMES ALVES, F.. **Boas práticas em Realidade Virtual Imersiva Um estudo de caso da simulação com animais selvagens Epic Zoo**. 2018. 6, 11
- [30] **RaycastHit**. <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/RaycastHit.html>, 2020. Accessed: 05/02/2020. 4.3.3, 4.5
- [31] **Coroutines**. <https://docs.unity3d.com/Manual/Coroutines.html>, 2020. Accessed: 05/02/2020. 4.3.3, 4.5
- [32] **Oculus**. <https://www.oculus.com/>. Accessed: 04/09/2019. 4.4
- [33] **REAL WORLD TERRAIN**. <https://infinity-code.com/assets/real-world-terrain?gclid=Cj0KCQiA70nxBRcNARIsAIW53B9RK-lkCT-lpQKbLIekY-eAsV-XqTvTEJhv{ }z7o-7Z3kpQFzoTsw>  
Accessed: 05/02/2020. 4.4
- [34] **Open Street Maps**. <https://www.openstreetmap.org/{#}map=5/-15.130/-53.189>, 2019. Accessed: 05/02/2020. 4.4
- [35] **TextMesh Pro User Guide**. <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.textmeshpro@2.0/manual/index.html>, 2020. Accessed: 05/02/2020. 4.5.1
- [36] DE SOUZA E ALMEIDA, R.; VILLARMOSA, A. D. M. ; RAPOSO, A. B.. **Mapeamento das características do terreno em ambiente virtual como ferramenta de apoio ao ensino militar**. In: ANAIS ESTENDIDOS DO SIMPÓSIO DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA (SVR), p. 15–16, Rio de Janeiro, oct 2019. Simposium of Virtual and Augmented Reality, Sociedade Brasileira de Computação - SBC. 2
- [37] **Google Earth**. <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>, 2020. Accessed: 05/02/2020. 5.2
- [38] ALMEIDA MAPURUNGA, L.; ELCYANA BEZERRA CARVALHO, E. B.. **A Memória de Longo Prazo e a Análise Sobre sua Função no Processo de Aprendizagem**. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, 19(1):66, apr 2018. 6.2.1
- [39] **OCULUS Quest**. <https://www.oculus.com/quest/>, 2020. Accessed: 05/02/2020. 7

## 9 Apêndices

### Apêndice A - Função OnStartServer

---

**Algoritmo 1:** Função utilizada no envio de dados para os clientes

---

```
1 public void OnStartServer(){
2     serverPort = "5100";
3     List<string> getPrivateIPList;
4     List<string> getPrivateIPDescList;
5     Utility.GetPrivateIPList(out getPrivateIPList, out
getPrivateIPDescList);
6     foreach (var ip in getPrivateIPDescList)
7         LogManager.Instance.Write(ip);
8     if(LookAround.Instance.Start(getPrivateIPList,serverPort,true==false){
9         LogManager.Instance.WriteError("LookAround start failed");
10        return;
11    }
12    while (LookAround.Instance.IsSetMyInfo == false)
13        Utility.Sleep(1000);
14    serverIP = LookAround.Instance.MyIP;
15    if (TcpHelper.Instance.Start(false) == false){
16        LogManager.Instance.WriteError("TcpHelper.Instance.run() failed");
17        return;
18    }
19    if (TcpHelper.Instance.StartAccept<FileTransServerSession,
FileTransServerMessageDispatcher>(serverIP, serverPort, 500) == false){
20        LogManager.Instance.WriteError("TcpHelper.Instance.StartAccept
21 <FileTransServerSession, FileTransServerMessageDispatcher>() failed");
22        return;
23    }
24    LogManager.Instance.Write("Start Server Success");
25 }
```

---

## Apêndice B - Função JsonTransfer

---

**Algoritmo 2:** Função da Classe NetworkManager utilizada para o envio de dados

---

```

1 private IEnumerator CoJsonTransfer(bool isSend, string loadFileName, byte[]
  loadBinaryImage){
2   yield return new WaitForEndOfFrame();
3   var clientSessionEnumerator =
4   TcpHelper.Instance.GetClientSessionEnumerator();
5   while (clientSessionEnumerator.MoveNext()){
6     var session = clientSessionEnumerator.Current.Value;
7     var fileTransStart = new
  FileTransMessageDefine.PACK_SC_FILE_TRANS_START( )
8     fileTransStart.fileName = loadFileName;
9     fileTransStart.fileSize = loadBinaryImage.Length;
10    session.SyncSend((int)FileTransMessageDefine.
  ENUM_SC_SC_FILE_TRANS_START, fileTransStart);
11    LogManager.Instance.Write("Start Send Image - file:{0}-size:{1}",
  fileTransStart.fileName,fileTransStart.fileSize);
12    bool disconnectedSession = false;    int sentSize = 0;
13    while (sentSize < loadBinaryImage.Length){
14      if ((session.IsConnected == false) || (session.IsNotifyDisconnect ==
  true)){
15        disconnectedSession = true;
16        break;}
17      var fileTransSend = new
  FileTransMessageDefine.PACK_SC_FILE_TRANS_SEND();
18      fileTransSend.sendSize = fileTransSend.binary.Length;
19      if ((sentSize + fileTransSend.sendSize) > loadBinaryImage.Length)
20        fileTransSend.sendSize = loadBinaryImage.Length - sentSize;
21      Buffer.BlockCopy(loadBinaryImage, sentSize, fileTransSend.binary, 0,
  fileTransSend.sendSize);
22      sentSize += fileTransSend.sendSize;
23      session.SyncSend((int)FileTransMessageDefine.ENUM_SC_
  SC_FILE_TRANS_SEND, fileTransSend);
24      yield return new WaitForSeconds(0.005f);}
25      if (disconnectedSession == false){
26        var fileTransEnd = new
  FileTransMessageDefine.PACK_SC_FILE_TRANS_END();
27        fileTransEnd.fileName = loadFileName;
28        session.SyncSend((int)FileTransMessageDefine.
  ENUM_SC_SC_FILE_TRANS_END,fileTransEnd);
29        isSend = false;
30        yield break;}

```

---

## Apêndice C - Corrotina RunDrawImage

---

**Algoritmo 3:** Classe DesktopNetworkManager utilizada no recebimento de dados

---

```

1 private IEnumerator RunDrawImage(byte[] bytesRecieved)
2 {
3     var recievedJson = Encoding.ASCII.GetString(bytesRecieved) /*
Application.dataPath + "/RecievedData/LastRecievedData.json"*/;
4     List<DesktopDraw> recievedObjects =
JsonConvert.DeserializeObject<List<DesktopDraw>>(recievedJson);
5     Debug.Log("Atividade: " + recievedObjects[0].atividade);
6     if (recievedObjects[0].atividade == "Orientation")
7         orientation.OrientationMenu(recievedObjects[0].action, recievedJson);
8     if (recievedObjects[0].atividade == "TerrainNames")
9         altimetry.AltimetryMenu(recievedObjects[0].atividade, recievedJson);
10    if (recievedObjects[0].atividade == "CalcoDraw")
11        CALCOProjection.Calco(recievedObjects[0].action, recievedJson);
12    if (recievedObjects[0].atividade == "WB")
13        whiteBoardProjection.WBProject(recievedJson);
14    if (recievedObjects[0].atividade == "Slides")
15        slidesCreator.SlidesProjector(recievedObjects[0].action, recievedJson);
16    if (recievedObjects[0].atividade == "DeployTroop")
17        deploy.OnDeployTroops(recievedObjects[0].action, recievedJson);
18    if (recievedObjects[0].atividade == "Movement")
19    {
20        cameraMovement.MoveCamera(recievedObjects[0].action, recievedJson);
21        boardPositionUpdate.PositionUpdate(recievedObjects[0].action,
recievedJson);
22    }
23    if (recievedObjects[0].atividade == "Ilumination")
24        ilumination.LightOptions(recievedObjects[0].action);
25    if (recievedObjects[0].atividade == "DinamicTroop")
26        dinamicTroop.dinamicTroopOptions(recievedObjects[0].action,
recievedJson);
27    yield break;
28 }

```

---

## Apêndice D - Script FileTransClientMessageDispatcher

---

**Algoritmo 4:** Função alterada dentro da Classe “FileTransClientMessageDispatcher”

---

**Entrada:** Dados recebidos da interface do instrutor(servidor)

**Saída:** Dados enviados ao script “DesktopNetworkManager” para gerenciamento dos dados

```
1 int onSC_FILE_TRANS_END(FileTransClientSession session, object message);
2 {
3     var fileTransEnd =
4     (FileTransMessageDefine.PACK_SC_FILE_TRANS_END)message;
5     var eventSystemTrigger = GameObject.Find
6     ("DesktopClientNetwork").GetComponent<DesktopNetworkManager>();
7     eventSystemTrigger.DrawImage(session.rawImageBytes);
8     return 0;
9 }
```

---



## Apêndice F - Função HitPoint

---

**Algoritmo 6:** Classe usada na funcionalidade Orientação: neste caso a variável “action” é a opção desejada

---

```
1 private bool HitPoint()
2 {
3     if (Input.GetMouseButton(0))
4     {
5         GameObject[] getAll = GameObject.FindGameObjectsWithTag("ShowPosition");
6         foreach (GameObject i in getAll)
7             Destroy(i);
8         var Ray = positionCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);
9         RaycastHit hit;
10        if (Physics.Raycast(Ray, out hit))
11        {
12            Vector3 point = new Vector3(hit.point.x, 0.1f, hit.point.z);
13            var Go = Instantiate(target, point, Quaternion.identity, transform);
14            Go.transform.tag = "ShowPosition";
15            orienteeringPosition = new DesktopProjection();
16            orienteeringPosition.atividade = "Orientation";
17            orienteeringPosition.objectID = "ShowPosition";
18            orienteeringPosition.action = "ShowPosition";
19            orienteeringPosition.x = Go.transform.localPosition.x;
20            orienteeringPosition.y = 0.0f;
21            orienteeringPosition.z = Go.transform.localPosition.z;
22            return false;
23        }
24        return true;
25    }
26    return true;
27 }
```

---

Apêndice G - Código responsável por gerar uma mancha cobrindo o topo das elevações

---

**Algoritmo 7:** Algoritmo usado para o posicionamento da mancha circular que ilumina a elevação

---

```

1  for (int radius = 0; radius <= 200; radius ++)
2  {
3      for (int angle = 0; angle <= 360; angle ++)
4      {
5          Vector3 point = new Vector3
6          (Mathf.Sin(Mathf.Deg2Rad * angle) * radius + centerPosition.x,
7          centerPosition.y,
8          Mathf.Cos(Mathf.Deg2Rad * angle) * radius + centerPosition.z);
9
10         if (Physics.Raycast(point, Vector3.down, out hit, 10000.0f))
11         {
12             if (hit.collider.tag != tag)
13             {
14                 Vector3 gridPoint = hit.point;
15                 gridPoint.y += 0.1f;
16
17                 var Go = Instantiate(altrimetryDot, gridPoint,
18                 Quaternion.identity);
19                 Go.gameObject.layer = 11;
20                 Go.gameObject.tag = tag;
21                 Go.gameObject.transform.parent = parentObject;
22
23                 var normal = Vector3.Normalize(referenceCamera.transform.
24                 position - Go.transform.position);
25                 Go.transform.rotation =
26                 Quaternion.FromToRotation(Vector3.back,
27                 normal);
28             }
29         }

```

---

## Apêndice H - Código responsável por gerar uma placa no topo das elevações

---

**Algoritmo 8:** Algoritmo usado no posicionamento da placa contendo o nome da elevação

---

```

1  if (Physics.Raycast(centerPosition, Vector3.down, out hit, 1100.0f))
2  {
3      Vector3 gridPoint = hit.point;
4      gridPoint.y += 100.0f;
5
6      var Sign = Instantiate(altimetrySign, gridPoint, Quaternion.identity);
7      Sign.transform.localScale = new Vector3(2.0f, 2.0f, 2.0f);
8      Sign.gameObject.layer = 11;
9      Sign.gameObject.tag = tag;
10     Sign.gameObject.transform.SetParent(parentObject);
11     Sign.GetComponent<TextMeshPro>().text = text;
12
13     var cameraPosition = referenceCamera.transform.position;
14
15     normal = Vector3.Normalize
16     (w Vector3(cameraPosition.x, 0.0f, cameraPosition.x) -
17     r Vector3(Sign.transform.position.x, 0.0f, Sign.transform.position.z));
18
19     t.transform.rotation = Quaternion.FromToRotation(Vector3.back, normal);
20 }

```

---

## Apêndice I - Roteiro seguido pelo pesquisador para avaliar o aluno

## ROTEIRO - ALUNO

---

### 1. Observações iniciais:

Para a execução das tarefas o Aluno é contextualizado em uma aula onde ele deve receber uma instrução que abordará os mesmos aspectos referentes a estudo topotático do terreno que são abordados na metodologia convencional (instrução com apresentação de Slides). Fim padronizar as instruções o Instrutor da atividade será o entrevistador. Após o término da atividade 3 questionários são entregues para serem respondidos, sendo estes seguidos de uma entrevista.

O objetivo da execução das atividades é verificar a usabilidade do sistema para um usuário que nunca teve contato antes com a ferramenta, não a capacidade do Aluno em realizar as atividades. As anotações realizadas durante o período visam orientar o entrevistador durante a fase de análise do material.

A intenção do Infartaróculos Virtual é iniciar o pensamento dos Alunos para o estudo na região e unificar o conhecimento a fim de que se tenha maior aproveitamento por ocasião do exercício propriamente dito.

2. Leitura das Observações iniciais e assinatura do termo de consentimento(5’);
3. Tarefas (45’)

### OFENSIVA

#### GIRO DO HORIZONTE E AMBIENTAÇÃO

- a. Ponto estação e direção S-N  
- PEst: Altu de ENGANO

- b. Ambientação: 5 min

- c. Dire Geral N-S: Antena de Telefone (Dir S)

- d. Altimetria:

- 1ª LAltu: LEDO, Serra das PEDRINHAS, REDONDA, DOIS IRMÃOS, CHATO, MATA;
- 2ª LAltu: IRIRI, AGULHA;
- 3ª LAltu: AIRIS, LAGARTO, URSO, PRATA;

- e. Planimetria

- Rdv-101 (NE-SW), Rdv-168 (E-W), Canal das PEDRINHAS (a leste do PO, N-S) e Pnt da Rdv-168 sobre o Canal das PEDRINHAS (SW).

**OPERACÕES**

Mostrar as medidas de coordenação:

- Obj 5 – Altu Faz BOA VISTA.
- ZDbq BAGRE
- ZRT - longo PRATA, longo Serra das PEDRINHAS, longo Faz BOA VISTA.
- LCPF – Canal das PEDRINHAS.

b. R2JALT e manobra a opção de não marcar a LCPF no sopé da Serra das PEDRINHAS – Faz BOA VISTA.  
- Ratifico.

- TERRENO: À luz do terreno, o seu traçado no Canal das PEDRINHAS está apoiado em um curso d’água obstáculo. Se apoiássemos a LCPF na Serra das PEDRINHAS, poderíamos economizar meios na defensiva.

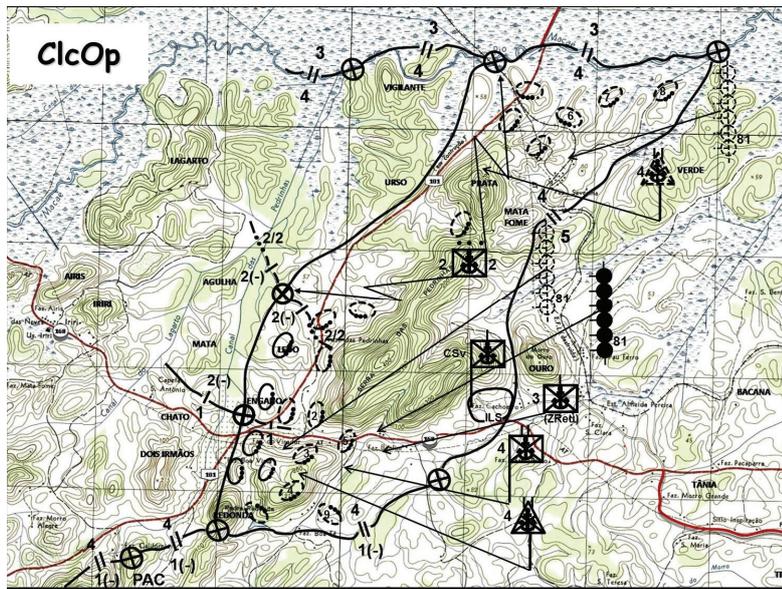
- MANOBRA: Dificultaria as ações de corte do fluxo logístico pela BR-101, bem como a posterior ultrapassagem de tropas do EB, que, no caso de estarmos sendo pressionados, encontraria sérias dificuldades para transpor o ponto crítico da garganta da serra.

c. Relembrar aos alunos o traçado da ZDbq BAGRE. R2JALT o traçado da ZDbq BAGRE.

- Em princípio, ratificar o traçado da ZDbq, inclusive tendo em vista a região de terraplanagem longo da Rdv-101, que poderia facilitar o pouso de aeronaves.

**DEFENSIVA**

**OPERACÕES**



- b. Indique no terreno os limites laterais entre as peças de manobra do Btl.
- 1ªCia com a 2ªCia(-): sul de ENGANO, norte de Faz BOA VISTA, centro do PCot 58.
  - 2ªCia(-) com o 2º/2ªCiaFuzNav: norte de LEDO e norte de AGULHA.
- c. Indique no terreno o traçado do LAADA a frente da 1Cia e 2Cia.
- O LAADA está balizado pelo sopé de Esp N de REDONDA, ENGANO e LEDO.
- d. Indique no terreno os núcleos defensivos de Pel que podem ser vistos deste PO na ADA.
- Núcleos preparados e ocupados na ADA: nas Altu de Esp N de REDONDA, Faz BOA VISTA, Enc NW de PCot 218 (Aprf da SU), ENGANO e LEDO.
  - Núcleo Prep e não ocupado na ADA: CARRAPATO e Enc W de SERRA DAS PEDRINHAS.

### **TERRENO**

- a. Como o terreno influencia o estabelecimento da posição defensiva nas Altu de ENGANO?
- O – Excelente Obs/CTir sobre a faixa à frente, sobre o corte do canal das pedrinhas e sobre a ponte. A Obs na direção S/SE é prejudicada pelas Altu de BOA VISTA e DOIS IRMÃOS.
  - C – A vegetação, predominantemente gramíneas, dificulta as cobertas da tropa aqui posicionada.
  - O – O corte do Canal das Pedrinhas é obstáculo que impede a transposição de qualquer tipo de Vtr e dificulta a transposição da tropa à pé, favorece a defesa. Levantar a existência dos canais no interior do StDef (necessidade de abertura de brechas pela Eng).
  - O terreno favorece o estabelecimento da PosDef.
- b. Identificar no terreno as VA que incidem na Rg de PCot 2018 (Faz BOA VISTA).
- Analisar a resposta do aluno.

### **OPERACÕES**

- a. R2JALT o valor da tropa que ocupa LEDO.
- Apesar de o posicionamento na carta estar atendendo aos requisitos doutrinários (ApM, bater o LAADA), no terreno podemos verificar uma certa dificuldade no estabelecimento do ApM dentro do próprio Pel, devido às dobras existentes na própria elevação de LEDO. Seria interessante ou colocar mais um Pel (descendo os dois Pel para mais próximo do LAADA) ou reforçar este Pel com mais um ou dois GC. Quando “subimos o LAADA” (posicionar tropa em Rg mais dominantes a Rtg) economizamos meios, mas neste caso não está sendo exequível.
- b. R2JALT o posicionamento do LAADA.
- O LAADA diz a partir de onde eu não quero que o inimigo ultrapasse. Se estabelecermos no CANAL DAS PEDRINHAS, teríamos que retomar o LAADA caso o ini penetrasse nessa RG, ou seja, teríamos que colocar tropa posicionada no chão.
  - Temos que defender a CP, mas o q baliza a CP? Os Obj ou a LCPF? A LCPF mesmo representando a CP, não é um limite. O seu traçado pode ser retificado após o desenvolvimento do estudo da Defesa de CP (PPM – Processo das 5 Fases), que é um estudo muito mais detalhado de como defende-la.
  - Vrf a resposta do Aluno. RETIFICAR para o Canal das PEDRINHAS.
  - OBS.: Comentar sobre a possível retificação do LAADA para Enc da SERRA DAS PEDRINHAS
- c. Indique no terreno quais as posições planejadas para o PAC, vistas deste PO?
- PAC □ LAltu Estabelecer PAC na LAltu DOIS IRMÃOS - CHATO – MATA – AGULHA.

- d. Indique no terreno onde seriam as possíveis Rg de montagem e desembocar do ataque da tropa Ini.  
- DOIS IRMÃOS - CHATO – MATA – AGULHA

**MOSTRAR O LOCAL QUE ELE ESCOLHER!!!**

- e. Identificar as VA favoráveis à realização de contra-ataques para reestabelecimento do LAADA no setor da 1ªCiaFuzNav(Ref), particularmente da Rg das Altu de FAZ BOA VISTA.  
- PCot 218 – Faz BOA VISTA;  
- Enc N de REDONDA- Faz BOA VISTA;  
- ENGANO/CARRAPATO (?) – Faz BOA VISTA; e  
- Enc SW de PEDRINHAS – Faz BOA VISTA.

**CONDUZIR O ALUNO PELAS VA!!!!**

4. Questionários (perguntas são óbvias mesmo, serve para qualificar o Instrutor) (15’);
5. Entrevista (15’);

Tempo total: 1h 20’

Apêndice J - Perguntas efetuadas aos alunos por ocasião da entrevista realizada após os questionários do SVETT

ENTREVISTA ALUNO - SIMULADOR

1. O que você achou do sistema? (por favor seja brutalmente honesto; é a melhor maneira de nos ajudar)
2. Quais aspectos positivos você pode citar na nova ferramenta?
3. Quais aspectos negativos você pode citar na nova ferramenta?
4. O que você traria do método convencional para o Infantaróculos Virtual?
5. Sentiu algum sintoma (dor de cabeça, náusea...)?
6. Espaço aberto a observações finais.

Apêndice K - Perguntas efetuadas aos alunos por ocasião da entrevista realizada após os questionários do terreno

ENTREVISTA ALUNO - ET

1. Tendo passado pelo SVETT:
  - a. Foi possível identificar a região?
  - b. Como foi conduzir o Giro do Horizonte (mesmo que tenha sido somente na ambientação)?
  - c. O entendimento das perguntas realizadas foi melhor?
  - d. Você teve alguma dúvida após ter passado pelo SVETT que tenha sanado posteriormente no terreno?
  - e. Você sentiu alguma facilidade fruto de um primeiro contato com o simulador?
  - f. Teve maior facilidade em visualizar os aspectos táticos estudados no terreno?
2. Foi identificada alguma dificuldade fruto do adestramento no simulador?
3. Espaço aberto a observações finais.

## Apêndice L - Questionário 1 utilizado para os alunos com a finalidade de qualificá-los

## Questionário 1

Nome

Idade

Escolaridade Grau: ( ) básico ( ) médio ( ) superior ( ) pós-graduação

Status: ( ) cursando ( ) completo ( ) interrompido

Curso: \_\_\_\_\_

Profissão

01 - Já utilizou alguma ferramenta utilizando Realidade Virtual? Caso sim, qual?

( ) Sim ( ) Não

02 – Há quanto tempo você é Aluno?

( ) Menos de 6 meses

( ) Entre 6 meses e 1 ano

( ) Entre 1 e 2 anos

( ) Acima de 2 anos

03 – Quantos regiões (tipos de relevo) você já recebeu instrução/avaliação?

( ) nenhuma região

( ) 1 ou 2 regiões

( ) 2 a 4 regiões

( ) acima de 4 regiões

04 – Com que frequência você utiliza ferramentas que utilizam Realidade Virtual?

( ) Nunca

( ) Entre 1 vez ao ano e 1 vez ao mês

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

( ) Mais de 1 vez por semana

Apêndice M - Questionário 2 utilizado para os alunos com a finalidade de avaliar a ferramenta (SVETT ou ET)

Questionário 2

Ferramenta: ( ) Infantraróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional

A condução do giro do horizonte foi...	Muito difícil (1) (2) (3) (4) (5) Muito fácil
O entendimento do estudo tático do terreno foi...	Muito difícil (1) (2) (3) (4) (5) Muito fácil
Receber instrução através da utilização dos recursos instrucionais (quadro branco ou slides) foi...	Muito ruim (1) (2) (3) (4) (5) Muito bom
A observação do terreno foi...	Muito ruim (1) (2) (3) (4) (5) Muito boa
De modo geral em achei a ferramenta de instrução...	Muito ruim (1) (2) (3) (4) (5) Muito boa
Receber instrução com essa ferramenta foi...	Entediante (1) (2) (3) (4) (5) Divertida
Com relação às respostas que deste neste questionário, eu estou...	Pouco seguro (1) (2) (3) (4) (5) Muito seguro

Apêndice N - Questionário 3 utilizado para os alunos com a finalidade de comparar as ferramentas

QUESTIONÁRIO 3

Qual das ferramentas apresentou a melhor forma de entender os aspectos...	Topológicos ?	( ) Infantaróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional
	Táticos?	( ) Infantaróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional
Qual das ferramentas apresentou a melhor forma de entender o giro do horizonte?	( ) Infantaróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional	
Qual das ferramentas apresentou a melhor integração entre recursos instrucionais?	( ) Infantaróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional	
De modo geral, eu achei o Infantaróculos Virtual...	Muito ruim (1) (2) (3) (4) (5) Muito bom	
De modo geral, eu achei a Metodologia Convencional...	Muito ruim (1) (2) (3) (4) (5) Muito boa	
Levando em consideração o apoio que as ferramentas me deram no entendimento do conteúdo ensinado, eu as ordenaria da seguinte forma...	( ) Infantaróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional * preencher as lacunas com os números 1 ou 2, onde 1 significa a melhor ferramenta e 2 a pior (pode repetir um mesmo número para ferramentas diferentes)	
Levando em consideração a forma como as ferramentas são representadas visualmente, eu as ordenaria da seguinte forma...	( ) Infantaróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional * preencher as lacunas com os números 1 ou 2, onde 1 significa a melhor ferramenta e 2 a pior (pode repetir um mesmo número para ferramentas diferentes)	
Com relação às respostas que dei neste questionário, eu estou...	Pouco seguro (1) (2) (3) (4) (5) Muito seguro	

## Apêndice O - Questionário 4 utilizado para os alunos com a finalidade de avaliar Exercício no Terreno

Questionário 4 – ET

Cenário: ( ) Infantaróculos Virtual (SVETT) ( ) Metodologia Convencional

Tendo passado pelo Simulador Virtual de Estudo Tático do Terreno (SVETT):

A condução do giro do horizonte foi...	Muito difícil (1) (2) (3) (4) (5) Muito fácil
O entendimento do estudo tático do terreno foi...	Muito difícil (1) (2) (3) (4) (5) Muito fácil
A observação do terreno foi...	Muito ruim (1) (2) (3) (4) (5) Muito boa
Receber instrução após ter passado pelo SVETT foi...	Entediante (1) (2) (3) (4) (5) Divertida
Com relação às respostas que deste neste questionário, eu estou...	Pouco seguro (1) (2) (3) (4) (5) Muito seguro

## Apêndice P - Orientação para aplicação do experimento do instrutor

## ROTEIRO - INSTRUTOR

---

### 1. Observações iniciais:

Para a execução das tarefas o Instrutor é contextualizado em uma aula onde ele deve executar uma série de atividades orientadas do entrevistador com o objetivo de transmitir conhecimento para os Alunos. Após o término da atividade 3 questionários são entregues para serem respondidos, sendo estes seguidos de uma entrevista.

O objetivo da execução das atividades é verificar a usabilidade do sistema para um usuário que nunca teve contato antes com a ferramenta, não a capacidade do Instrutor em realizar as atividades. As anotações realizadas durante o período visam orientar o entrevistador durante a fase de análise do material.

A intenção do Infanaróculos Virtual é iniciar o pensamento dos Alunos para o estudo na região e unificar o conhecimento a fim de que se tenha maior aproveitamento por ocasião do exercício propriamente dito.

### 2. Leitura das Observações iniciais e assinatura do termo de consentimento(5´);

### 3. Tarefas (15´)

- Ensinar aos Alunos o giro do horizonte, iniciando a orientação no terreno:
  - i. Apontar para a direção Norte;
  - ii. Posicionar na carta com as quadrículas;
- Altimetria: mostrar uma elevação
- Planimetria: iluminar um rio;
  - i. Limpar todo o desenho;
- Representar uma instalação no terreno;
  - i. Caso não tenha usado ainda a opção de deslocar fazê-la agora;
- Exibir um croqui em um quadro branco;
- Exibir slides;
- Alterar visibilidade;

### 4. Questionários (perguntas são óbvias mesmo, serve para qualificar o Instrutor) (15´);

### 5. Entrevista (15´);

Tempo total: 50´

Apêndice Q - Perguntas efetuadas aos instrutores por ocasião da entrevista realizada após os questionários do SVETT

ENTREVISTA INSTRUTOR

1. O que você achou do sistema? (por favor seja brutalmente honesto; é a melhor maneira de nos ajudar)
2. Quais aspectos positivos você pode citar na nova ferramenta?
3. Quais aspectos negativos você pode citar na nova ferramenta?
4. O que você traria do método convencional para o Infantaróculos Virtual?
5. Espaço aberto a observações finais.

## Apêndice R - Questionário 1 utilizado para os instrutores com a finalidade de qualificá-los

## Questionário 1

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Escolaridade Grau: ( ) básico ( ) médio ( ) superior ( ) pós-graduação

Status: ( ) cursando ( ) completo ( ) interrompido

Curso: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_

01 - Já utilizou alguma ferramenta de Georreferenciamento? Caso sim, qual?

( ) Sim ( ) Não

02 – Há quanto tempo você é instrutor?

( ) Menos de 6 meses

( ) Entre 6 meses e 1 ano

( ) Entre 1 e 2 anos

( ) Acima de 2 anos

03 – Quantas regiões (tipos de relevo) você já ministrou instrução/avaliação?

( ) nenhuma região

( ) 1 ou 2 regiões

( ) 2 a 4 regiões

( ) acima de 4 regiões

04 – Com que frequência você utiliza ferramentas de georreferenciamento?

( ) 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

## Apêndice S - Questionário 2 utilizado para os instrutores com a finalidade de avaliar a ferramenta

## Questionário 2

Ferramenta:    ( ) Infantraróculos Virtual        ( ) Metodologia Convencional

A condução do giro do horizonte foi...	Muito difícil (1) (2) (3) (4) (5) Muito fácil
O estudo tático do terreno foi...	Muito difícil (1) (2) (3) (4) (5) Muito fácil
A utilização dos recursos instrucionais (quadro branco ou slides) foi...	Muito difícil (1) (2) (3) (4) (5) Muito fácil
O recurso de desenhar no terreno (opção calco) foi...	Muito difícil (1) (2) (3) (4) (5) Muito fácil
De modo geral em achei a ferramenta de instrução...	Muito ruim (1) (2) (3) (4) (5) Muito boa
Eu achei a tarefa de instruir...	Entediante (1) (2) (3) (4) (5) Divertida
Com relação às respostas neste questionário, eu estou...	Pouco seguro (1) (2) (3) (4) (5) Muito seguro

Metodologia convencional: Instrução em sala de aula.

Apêndice T - Questionário 3 utilizado para os instrutores com a finalidade de comparar as a utilização do SVETT com a Metodologia Convencional

QUESTIONÁRIO 3

Qual das ferramentas apresentou a melhor forma de explicar os aspectos...	Topológicos ?	( ) Infantaróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional
	Táticos?	( ) Infantaróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional
Qual das ferramentas apresentou a melhor forma de conduzir o giro do horizonte?	( ) Infantaróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional	
Qual das ferramentas apresentou a melhor integração entre recursos instrucionais?	( ) Infantaróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional	
De modo geral, eu achei o Infantaróculos Virtual...	Muito ruim (1) (2) (3) (4) (5) Muito boa	
De modo geral, eu achei a Metodologia Convencional...	Muito ruim (1) (2) (3) (4) (5) Muito boa	
Levando em consideração o apoio que as ferramentas me deram na execução da tarefa, eu as ordenaria da seguinte forma...	( ) Infantaróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional * preencher as lacunas com os números 1 ou 2, onde 1 significa a melhor ferramenta e 2 a pior (pode repetir um mesmo número para ferramentas diferentes)	
Levando em consideração a forma como as ferramentas são representadas visualmente, eu as ordenaria da seguinte forma...	( ) Infantaróculos Virtual ( ) Metodologia Convencional * preencher as lacunas com os números 1 ou 2, onde 1 significa a melhor ferramenta e 2 a pior (pode repetir um mesmo número para ferramentas diferentes)	
Com relação às respostas que dei neste questionário, eu estou...	Pouco seguro (1) (2) (3) (4) (5) Muito seguro	