

**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS
ACADEMIA REAL MILITAR (1811)
CURSO DE CIÊNCIAS MILITARES**

Luis Fernando Santos Ferreira Junior

**USO DO SOFTWARE RADIO MOBILE PARA PREDIÇÃO DE ENLACES:
PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO NOS PLANOS DE DISCIPLINAS DO CURSO
DE COMUNICAÇÕES DA AMAN DE 2020**

**Resende
2019**

Luis Fernando Santos Ferreira Junior

**USO DO SOFTWARE RADIO MOBILE PARA PREDIÇÃO DE ENLACES:
PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO NOS PLANOS DE DISCIPLINAS DO CURSO
DE COMUNICAÇÕES DA AMAN DE 2020**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Orientador: VICTOR DE SOUZA FILGUEIRAS

Resende
2019

Luis Fernando Santos Ferreira Junior

**USO DO SOFTWARE RADIO MOBILE PARA PREDIÇÃO DE ENLACES:
PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO NOS PLANOS DE DISCIPLINAS DO CURSO
DE COMUNICAÇÕES DA AMAN DE 2020**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências**

Aprovado em _____ de _____ de 2019:

Banca examinadora:

**VICTOR DE SOUZA FILGUEIRAS - Cap
Orientador**

ANDRÉ KHOELER DAMIÃO – Cap

FELIPE CORREIA MACIEL – 1º Ten

Resende
2019

Dedico esse trabalho, primeiro a Deus que sempre me protegeu nessa árdua caminhada e a minha família que sempre esteve me apoiando e incentivando a seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus que sempre esteve ao meu lado e não me deixou desistir, mesmo quando as noites escuras pareciam não ter fim e os meus problemas grandes demais para vencer.

Segundo gostaria de agradecer a minha família que sempre me deu todo suporte possível para passar esses cinco anos da melhor maneira possível e em especial aos meus irmãos que sempre me incentivaram a ingressar na carreira das armas.

Agradeço também ao meu orientador, por ter acreditado em meu trabalho e ter me auxiliado de todas as maneiras possíveis, disponibilizando material e tempo para me ajudar.

RESUMO

USO DO SOFTWARE RADIO MOBILE PARA PREDIÇÃO DE ENLACES: PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO NOS PLANOS DE DISCIPLINAS DO CURSO DE COMUNICAÇÕES DA AMAN DE 2020

AUTOR: Luís Fernando Santos Ferreira Junior

Orientador: Victor De Souza Filgueiras

Escolher o posicionamento dos equipamentos de comunicações não é uma tarefa simples, existem vários fatores que influenciam, sejam eles táticos ou técnicos que precisam ser respeitados e levados em consideração. Para isso o Oficial de Comunicações deve se ater a todo um processo lógico para realizar o reconhecimento de comunicações. Atualmente, com o atual cenário de corte de gastos das Forças Armadas, os recursos devem ser usados com maior cuidado e sabedoria, não permitindo mais que sejam realizados testes em diversas posições no terreno, o que gastaria mais tempo, combustível e os equipamentos. Para evitar esses gastos desnecessários, o oficial de comunicações deve ser capaz de utilizar os mais diversos softwares de predições de enlaces em seus planejamentos, pois isso permite que o agente decisor faça uma análise primária e já elimine os locais onde os enlaces que seriam improváveis, só realizando os reconhecimentos em locais previamente selecionados com grandes chances de sucesso. Mas, apesar de ser uma ferramenta de extrema utilidade, seu ensino não está previsto no plano de disciplinas do curso de comunicações, esse trabalho tem por objetivo levantar a viabilidade da implementação do ensino da ferramenta Radio Mobile no curso de comunicações da AMAN. Essa pesquisa traz um referencial bibliográfico, documental e através de levantamento busca obter dados para conseguir responder as questões de estudos que serão levantadas durante o trabalho. Como resultado pudemos aferir que esse conhecimento realmente é importante para o oficial de comunicações e que a ferramenta em questão apresenta um bom nível de confiabilidade e precisão, permitindo que o ensino dessa ferramenta seja recomendado aos cadetes. Nos levando a conclusão altamente favoráveis sobre a implementação desse assunto nos bancos escolares do Curso de Comunicações.

Palavras-chave: reconhecimento de comunicações, predição de enlaces, Radio Mobile, software livre, agente decisor.

ABSTRACT

USING RADIO MOBILE SOFTWARE FOR LINK PREDICTION: PROPOSAL OF IMPLEMENTATION IN AMAN COMMUNICATIONS COURSE DISCIPLINE PLANS 2020

AUTHOR: Luís Fernando Santos Ferreira Junior

ADVISOR: Victor De Souza Filgueiras

Choosing the positioning of communications equipment is not a simple task, there are several factors that influence, be they tactical or technical it needs to be respected and taken into consideration. For this, the Communications Officer must stick to a whole logical process to perform the communications recognition. Nowadays, with the current scenario of spending cuts by the Armed Forces, the resources should be used with greater care and wisdom, not allowing more tests to be performed in various positions in the field, which would take more time, fuel and equipment. To avoid such unnecessary spending, the communications officer must be able to use the most diverse link prediction software in his or her schedules as this allows the decision maker to do a primary analysis and to eliminate the sites where the links would be unlikely, only carrying out reconnaissance the recognitions in previously selected places with great chances of success. But, although it is an extremely useful tool, its teaching is not foreseen in the course plan of the communication's course, this work aims to raise the feasibility of the implementation of the teaching of the Radio Mobile tool at communications course of AMAN. This research brings a reference bibliographical, documentary and through a survey seeks to obtain data to be able to answer the questions of studies that will be raised during the work. As a result, we could verify that this knowledge is extremely important for the communications officer and that the tool in question presents a good level of reliability and precision, allowing the teaching of this tool to the cadets. Taking us to the highly favorable conclusion on the implementation of this subject in the Communications Course.

Keywords: recognition of communications, links'predictions, Radio Mobile, free software, decision maker.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Espectro de Radiofrequências.....	13
Figura 2- Carta de Propagação	14
Figura 3- Modelo de Realidade Virtual.....	18
Figura 4- Elipsoide de Fresnel.....	19
Figura 5- Modelo Digital GTOPO30.....	22
Figura 6- Modelo Digital SRTM.....	22
Figura 7- OpenStreetMap	24
Figura 8- Mapa SRTM	24
Figura 9- Estudo do perfil do terreno	26
Figura 10- Características do Enlace	27
Figura 11- Pirâmide de William Glasser	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Contato com o Software durante a AMAN.....	30
Gráfico 2- Quantos militares utilizam essa ferramenta para planejar operações na tropa	31
Gráfico 3- Credibilidade da ferramenta Radio Mobile.....	31
Gráfico 4- Possibilidade do ensino do Radio Mobile na AMAN.....	32

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

AMAN	ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS
CIGE	CENTRO DE INSTRUÇÃO DE GUERRA ELETRÔNICA
UIT	UNIÃO INTERNACIONAL DAS TELECOMUNICAOES
ANATEL	AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAOES
VRLM	VIRTUAL REALITY MODELING LANGUAGE ¹
GTOPO	GLOBAL TOPOGRAPHY ²
SRTM	SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION ³
DTED	DIGITAL TERRAIN ELEVATION DATA ⁴
SNR	RELAÇÃO SINAL RUÍDO
UD	UNIDADE DIDÁTICA
EB	EXÉRCITO BRASILEIRO
NASA	NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION ⁵

- 1- Linguagem para Modelagem de Realidade Virtual
- 2- Topografia Global
- 3- Missão Topográfica Radar Shuttle
- 4- Dados de Elevação Digital do Terreno
- 5- Administração Nacional Aeronáutica e Espacial

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA	12
1.1.1 Antecedentes Do Problema.....	12
1.1.2 Formulação do Problema	15
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo geral	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 QUESTÕES DE ESTUDO	16
1.4 JUSTIFICATIVA.....	16
1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 VIRTUAL REALITY MODELING LANGUAGE (VRML).....	18
2.2 O SOFTWARE DE PREDIÇÃO RADIO MOBILE	19
2.2.1 Parâmetros para a configuração	20
<i>2.2.1.1 Modelos Digitais de Elevação.....</i>	<i>21</i>
<i>2.2.1.2 Parâmetros do algoritmo Longley-Rice</i>	<i>23</i>
<i>2.2.1.3 Base Cartográfica.....</i>	<i>23</i>
3 REFERENCIAL METODOLÓGICO E PROCEDIMENTOS.....	25
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	25
3.2 MÉTODO.....	25
3.2.1 Teste do Software	25
3.2.2 Questionários sobre a aceitação do software Radio Mobile.....	27
3.2.3 Entrevista	
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A arma de Comunicações é responsável por instalar, explorar e manter as ligações, ou seja, é ela quem possibilita que os comandantes se comuniquem com as suas tropas e recebam informações sobre sua localização e situação, para que isso seja possível, ela usa equipamentos rádios que emitem radiação nas mais diversas faixas do espectro eletromagnético.

Uma vez que o comandante do teatro de operações precisa ter consciência situacional a todo o momento, é necessário que os equipamentos de comunicações estejam funcionando plenamente. Esses equipamentos estão em constante evolução e funcionam, basicamente, através da emissão de ondas na faixa de radiofrequência ou micro-ondas, mas não basta só ligar o aparelho para que consigamos nos comunicar, diversos fatores podem influenciar a formação desses enlaces, pois podem adicionar interferências ou facilitar a propagação.

O comunicante deve se ater, simultaneamente, às exigências táticas e técnicas, ou seja, ele deve verificar a melhor forma de usar e posicionar seus equipamentos sem comprometer a operacionalidade da tropa, para isso dispõe de softwares que possibilitam a predição de enlaces automaticamente, gerando resultados bem fiéis.

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes Do Problema

No Exército Brasileiro as principais formas de comunicação utilizam ondas eletromagnéticas, sendo que as faixas do espectro mais utilizadas para isso são as faixas de rádio frequência e a faixa de micro-ondas.

Figura 1: Espectro de Radiofrequências



Fonte: BRASIL (2002)

Essas formas de comunicação possibilitam agilidade e dinamismo cada vez mais necessários nas ações de qualquer natureza das forças armadas, tornando assim a função do tenente de comunicações imprescindível, pois apesar das vantagens a utilização desses meios requerem um planejamento detalhado, acerca das frequências, locais, horários e outros fatores, que se não forem observados em conjunto podem comprometer toda a funcionalidade de um sistema de comunicações.

A comunicação à distância efetuada pelo meio rádio, ou seja, através da propagação das ondas de rádio (ou eletromagnéticas), é denominada de enlace rádio. Já que a propagação das ondas de rádio é fortemente influenciada pelo ambiente entre e ao redor dos elementos do enlace, o operador deve possuir noções sobre tal influência, a fim de conseguir estabelecer o enlace com a qualidade e a confiabilidade requerida pela missão. Além desta influência, a operação em um ambiente congestionado eletromagneticamente, sujeito à interferência proposital ou acidental, impõe um adequado conhecimento das condições de emprego do meio. (BRASIL,1997, p. 4-1)

O espectro eletromagnético utilizado para essas transmissões não é livre ele é regulamentado pela União Internacional das Telecomunicações (UIT), que divide as faixas de frequências em âmbito global, no Brasil a administração das frequências para as demandas internas de uso é feita pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

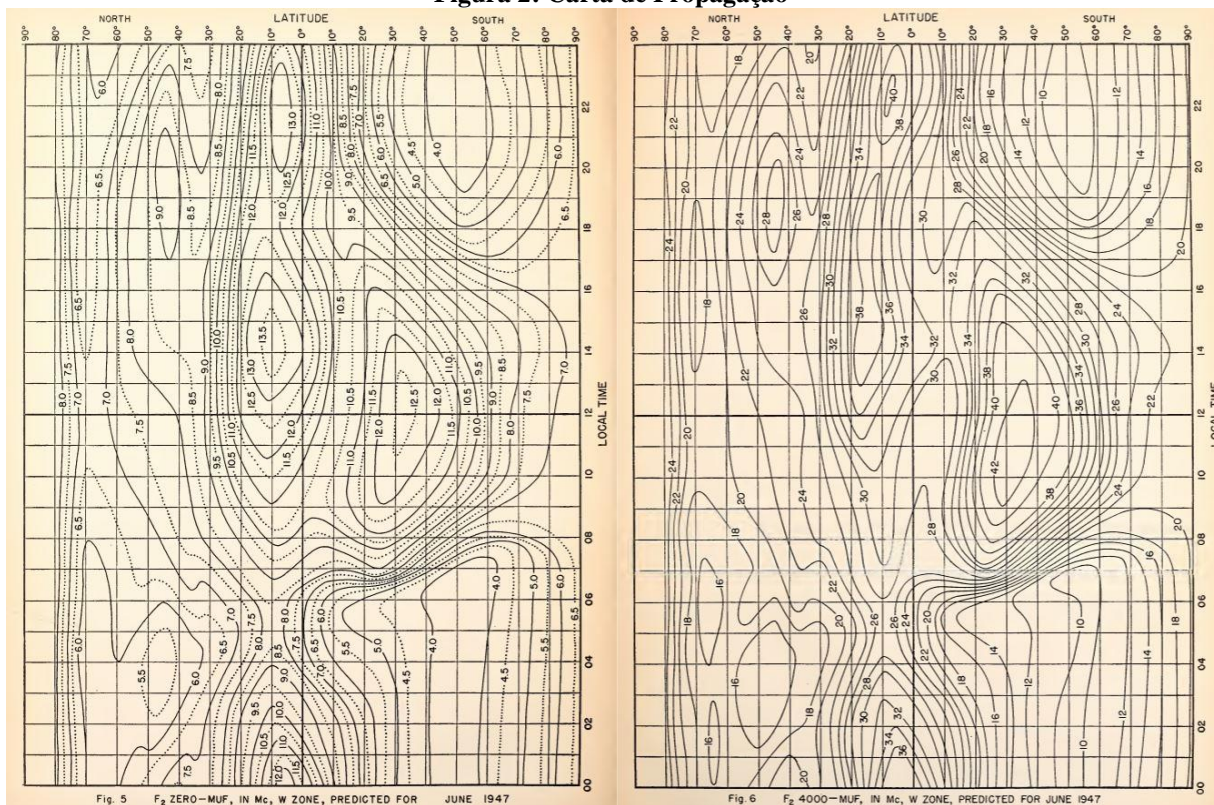
A agência nacional reguladora tem, dessa forma, a responsabilidade pela administração de radiofrequências no BRASIL, em consonância com os regulamentos elaborados pela UIT, da qual o país é membro efetivo. (BRASIL,2002, p. 3-1)

Após uma breve introdução sobre como funciona a divisão e controle das frequências eletromagnéticas, podemos agora levar em conta as formas e fatores que temos para efetivamente planejar o seu uso. Um dos primeiros modos que surgiu e era largamente

utilizado pela força eram as cartas de propagação, que são levantamentos que levam em conta as características das regiões e determinam dados como as frequências máximas e mínimas de utilização, bem como a frequência ótima. Apesar de ter sido utilizada por muito tempo, apresenta algumas limitações, como a limitação das distancias de planejamento e a imprecisão que aumentam quando se é feita a interpolação, isso fez que com o tempo elas perdessem sua importância na hora do planejamento para outras técnicas.

Deve ser ressaltado que as cartas de propagação somente terão valor para as regiões onde foram feitas as previsões. As tentativas de seleção de radiofrequências por comparações ou interpolações são imprecisas, visto que o levantamento é individual para as características de cada região. Como exemplo, não se pode utilizar uma carta estabelecida com o centro no RIO DE JANEIRO-RJ, com a finalidade de estabelecer um enlace rádio entre dois pontos localizados, respectivamente, nos Estados do AMAZONAS e MATO GROSSO. (BRASIL,2002, P 4-2).

Figura 2: Carta de Propagação



Fonte: Predições Básicas de Propagação Rádio, (Tradução do autor) (1947)

Visando aumentar a eficiência dos planejamentos devido a importância que os meios rádios foram ganhando dentro das ações militares, foram feitos diversos estudos nessa área que levaram ao surgimento dos primeiros softwares para predição de enlaces, que inicialmente era uma tecnologia restrita aos militares, foram desenvolvidos pela marinha

Norte Americana, dando início assim a criação de uma série de novos softwares com esse mesmo propósito, realizar a predição de enlace rádio.

A história do VOACAP tem início nos Estados Unidos da América entre 1942 e 1948, com a publicação de dois documentos sobre propagação rádio ionosférica: Relatório Nº 9 da Agência de Tecnologia de Propagação Rádio do Exército Americano; e a Circular Nº 462, do Escritório Nacional Americano de Padronizações. Em 1966, foi lançado o primeiro programa de predição computadorizada ITSA-1, do Instituto para as Ciências das Telecomunicações e Aeronomia. A segunda geração desse programa foi lançada em 1969, chamando-se ITS-78. Praticamente ao mesmo tempo, a Marinha Americana lançou o seu próprio programa chamado de Predição Computadorizada para Radares acima do horizonte. Em 1978, foi lançada a terceira geração do ITSA-1, chamando-se IONCAP. (INFORMATIVO TÉCNICO - CIENTÍFICO DA ESCOLA DE COMUNICAÇÕES, P.1)

1.1.2 Formulação do Problema

Apesar das inúmeras vantagens de usar essa tecnologia, ela não é muito popular entre os comunicantes. Com base nisso é oportuno problematizar:

Seria viável a implementação do ensino do software Radio Mobile no Curso de Comunicações da AMAN?

Muitos ainda desconhecem suas funcionalidades e outros ainda preferem usar métodos antigos que são mais imprecisos, esses métodos além de exigirem mais recurso impedem que os equipamentos sejam usados em suas capacidades máximas, comprometendo todo o processo de planejamento e racionalização dos recursos

Levantado esses pontos, pode-se delimitar o foco da pesquisa na exposição de uma solução de software, que é usada ainda na fase de planejamento, o Rádio Mobile, para evitar um problema comum que ocorre durante algumas operações de campanha das Comunicações e muitas vezes fica sem resposta, que é o fato de um equipamento funcionar perfeitamente em uma posição com determinadas características físicas de terreno e em outra posição de características físicas de terreno semelhantes não obter o mesmo desempenho ou o fato de muitos equipamentos não conseguirem atingir seus desempenhos máximos previstos pelas especificações do fabricante do aparelho.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Com base nesse cenário tem-se como objetivo geral da pesquisa analisar a viabilidade de implementação do ensino de software de predição de enlaces em visada direta no curso de comunicações da AMAN

1.2.2 Objetivos específicos

Essa pesquisa tem por objetivos específicos:

Analisar o funcionamento de Softwares de predição de enlaces em visada direta;

Descrever as vantagens do uso de um Software de predição de enlaces em visada direta para o Oficial de Comunicações;

Descrever os conhecimentos necessários para trabalhar com um software de predição de enlaces em visada direta;

Analisar as necessidades de mudança nos Plano de Disciplinas do Curso de Comunicações da AMAN para o ensino do software radio mobile;

1.3 QUESTÕES DE ESTUDO

Os objetivos da pesquisa foram pensados para achar a resposta para as seguintes questões de estudo:

Como funcionam Softwares de predição de enlaces em visada direta?

Qual a confiabilidade dos softwares de predição de enlaces em visada direta?

Qual a aplicabilidade dos softwares para o Oficial de Comunicações?

Em que momento da formação inserir esse ensino?

1.4 JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa justifica-se por buscar tratar do tema sob a perspectiva do planejamento, visando melhorar o processo de tomada de decisão do tenente de comunicações, pois somente com um planejamento eficiente consegue-se obter os melhores

resultados, além de que esses dados obtidos auxiliam em muito na escolha dos locais para a instalação dos equipamentos, e otimizam o processo de reconhecimento em campo, gerando uma redução de gastos dos recursos do Exército Brasileiro durante o processo.

1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

Como principais fontes de consulta temos: Manual C 11-1 Emprego das Comunicações em Campanha, Manual C 24-2 Administração de Radiofrequências, Manual de cálculo de cobertura com Radio Mobile, Manual de Fundamentos para a Guerra Eletrônica e os artigos científicos Modelagem de rádio enlace: uma abordagem usando realidade virtual; Aplicação do Rádio Mobile no dimensionamento de rádio enlaces (traduzido do espanhol); Desenvolvimento de Modelo de Propagação.

O presente trabalho está assim estruturado:

No primeiro capítulo, é feita uma contextualização do tema, onde é mostrada a importância do assunto no contexto atual de emprego da Força Terrestre, a delimitação do tema onde são explicitados a justificativa da pesquisa, formulação dos problemas, objetivos, hipóteses e as principais fontes de consulta.

O segundo capítulo traz uma revisão literária onde serão abordados os princípios de funcionamento dos softwares de predição de enlace em geral, bem como um aprofundamento sobre as características de funcionamento do software Radio Mobile.

O terceiro capítulo abordará o referencial metodológico, onde serão abordados os testes feitos para a verificação da precisão do software em estudo, bem como uma análise do questionário aplicado aos oficiais de comunicações, além da entrevista feita com o Major Castellani, instrutor do Centro de Instrução de Guerra Eletrônica (CIGE).

No quarto serão apresentados os resultados da pesquisa, bem como relatos e as interpretações dos dados, para se concluir sobre a real importância desse assunto na formação dos oficiais de comunicações e uma sugestão de forma para a introdução desse tópico no Pladis.

No quinto e último capítulo será feita a apresentação de uma solução do problema inicial, com uma sugestão de inserção desse conteúdo no plano de disciplinas, bem como do método que deverá ser utilizado para a ministração da aula. Além de considerações finais sobre os problemas levantados.

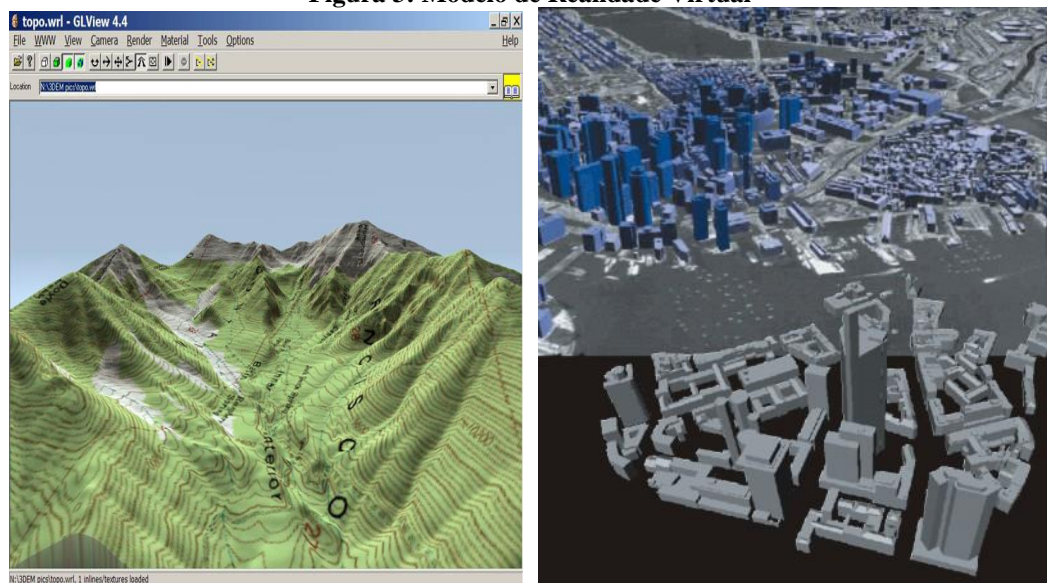
2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nosso tema de pesquisa insere-se na linha de pesquisa doutrina e operações militares, na área de estudo de comunicações e subárea de reconhecimento de comunicações.

2.1 VIRTUAL REALITY MODELING LANGUAGE (VRML)

Antes do início do estudo das particularidades deste software precisa-se entender que todos eles têm um funcionamento muito parecido, são baseados em VRML, que é um formato de texto que permite a criação de mundos virtuais, ele funciona permitindo a configuração das três dimensões, que ao ser lido pelo computador recria a realidade que foi escrita no arquivo, sua vantagem é permitir a fácil navegação pelas construções desse novo mundo digital.

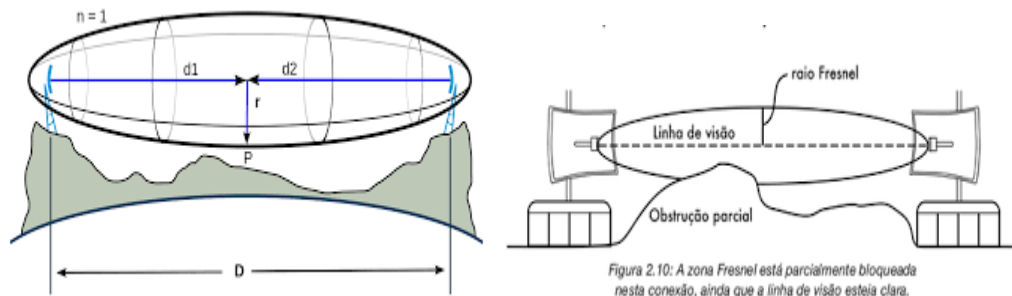
Figura 3: Modelo de Realidade Virtual



Fonte: FREE GEOGRAPHY TOOLS (2007)

Após a criação desses mundos virtuais são usadas cartas topográficas para que se consiga ter a verdadeira noção do tamanho da elevação das cotas e construções, para que assim seja possível a análise de dois fatores importantes, o formato da Elipsoide de Fresnel, que é criada pela difração entre as antenas diretivas, e verificar se entre as duas antenas direcionais há ou não obstáculos que impeçam os enlaces.

Figura 4: Elipsoide de Fresnel de Fresnel



Fonte: APP MEDIA TOOLS (2017)

Ao final do processo de criação do modelo virtual e junção das cartas topográficas são programados os algoritmos matemáticos, as padronizações do comportamento das camadas atmosféricas, a interferência da curvatura da terra, que acrescenta desvios de 1,7 m na altimetria a cada 5 km, para que assim se consiga obter os prováveis enlaces entre as estações.

2.2 O SOFTWARE DE PREDIÇÃO RADIO MOBILE

O foco deste trabalho encontra-se na análise do software de predição Radio Mobile que pode ser usado como uma ferramenta de extrema valia para o reconhecimento de comunicações, pois ele é gratuito e algumas de suas principais funções são auxiliar na predição de enlaces rádios, na análise da área de cobertura de um sistema de telecomunicações, avaliar a instalação de repetidoras fixas ou móveis, tudo com a possibilidade de avaliar as condições do terreno com perfis em 2D e 3D, tendo como resultado as frequências ideais e a direção do apontamento da antena.

Seu algoritmo funciona de maneira peculiar e complexa fazendo a união entre a teoria de eletromagnetismo, análises estatísticas e as características climáticas e do terreno. De acordo com Ismael Pellejero, pesquisador da Universidade Pública de Navarra ela funciona, resumidamente, da seguinte maneira

O algoritmo de cálculo de propagação usado pelo Radio Mobile é o de Longley-Rice, também conhecido como "Irregular Terrain Model" ou ITM. Baseia-se na teoria do eletromagnetismo e na análise estatística das características do terreno e dos parâmetros do rádio-relé, prevendo a atenuação média de um sinal de rádio que se propaga em um ambiente troposférico em terreno irregular. Para fazer isso, calcule a atenuação média do mesmo, dependendo da distância e da variabilidade do sinal no espaço e no tempo. Ele foi projetado para frequências de trabalho entre 20

MHz e 20 GHz e para trajetos entre 1 e 2000 km. (Em: <http://www.ipellejero.es/radiomobile/RM_01.php>. Acesso em: 30 set. 2018>, tradução nossa)

Para a obtenção das elevações do terreno é necessário usar os dados do modelo digital que foram obtidos pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) durante a missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), o levantamento desses dados topográficos se deu da seguinte forma:

A missão SRTM da NASA foi realizada em fevereiro de 2000 e durou 11 dias, durante o qual duas antenas de radar especiais foram anexadas ao onibus espacial Endeavour. Seguindo uma trajetória perfeitamente calculada, o onibus espacial Orbitou ao redor da Terra emitindo sinais de radar e coletando seus ecos. Através de técnicas de interferometria, a combinação de ecos de radar coletados para cada ponto de medida permitida para obter a altitude da terra. Os dados foram processados pelo Jet Propulsion Laboratory (JPL) do Massachusetts Institute of Technology (MIT) para desenvolver um modelo de terreno digital, cuja distribuição final ao público é feita livre através do Serviço Geológico dos Estados Unidos (US Geological Survey) (Em: <http://www.ipellejero.es/radiomobile/RM_01.php>. Acesso em: 30 set. 2018>, tradução nossa)

2.2.1 Parâmetros para a configuração

Para a sua correta utilização devemos atentar para a configuração de alguns fatores, seja durante a instalação, ou durante a sua programação, que são os modelos digitais de elevação, parâmetros para alimentar o modelo Longley-Rice e a base cartográfica que será utilizada. Vale ressaltar que o algoritmo precisa ser alimentado de maneira correta para que suas predições possam ser consideradas fidedignas à realidade, devendo o usuário então levar em conta as características do equipamento bem como do terreno, como por exemplo nesse caso esquemático proposto na apostila do Curso de Guerra Eletrônica:

O correto ajuste da SNR é um fator crítico em softwares de simulação, pois o algoritmo do software sempre considera o sinal em relação à sensibilidade do equipamento receptor, muitas vezes não considerando o ruído no local onde o equipamento receptor está em operação. Por exemplo, aos simular um enlace no software Rádio Móvel, o Sr. avalia que um sinal recebido será de -75 dBm, sendo que a sensibilidade do receptor é de -93 dBm, ou seja, o sinal estaria sendo recebido como S3 ou 18 dB acima do nível mínimo de sinal necessário para sensibilizar o receptor. Para o software, é um enlace viável. Porém, se no local de operação houver uma fonte de ruído artificial ou natural, que possua uma potência de -60 dBm, o enlace não irá se concretizar, pois o ruído está 15 dB acima da potência do sinal de interesse que chega ao receptor. Neste caso, a única maneira de confirmar a previsão do software, é realizar um reconhecimento na área de operação e realizar uma varredura nas frequências de operação, anotando os valores de potência do ruído e comparando com os resultados do software e finalmente concluindo sobre a viabilidade real do enlace no terreno. Este tipo de erro na previsão feita por software, gerado pelo ruído na área de operação, ocorre com maior frequência quando se executam operações em áreas urbanas, pois aumentam-se as fontes de ruído gerado pelo homem. Particularmente para a faixa de HF, o ruído em áreas

urbanas é extremamente alto quando comparado com uma área rural. (CASTELLANI, 2012, P. 104).

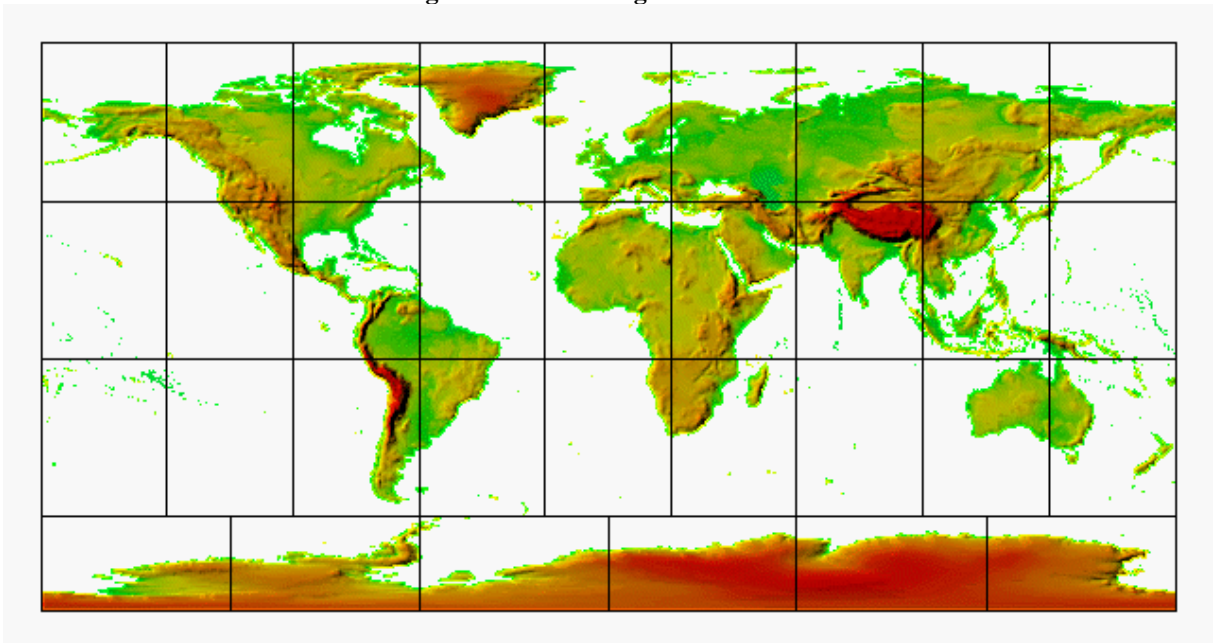
Vale ressaltar que essa categoria de software quando bem configurados e utilizados nos ambiente para o qual foram programados, atingem níveis altos de precisão, como o que foi explicitado no trabalho de conclusão do Curso de Guerra Eletrônica do Capitão Eurésio Macedo Ferreira Junior, que estudava a utilização da solução de software HTZ warfare, amplamente utilizado no contexto da Guerra Eletrônica

Esse modelo foi concebido para propagações em ambientes urbanos principalmente, sendo seu uso recomendado para frequências situadas entre 150 e 1500 MHz, faixa que compreende a frequência utilizada nos testes (462,6125 MHz). Ele utiliza-se de técnicas mistas para cálculo, combinando elementos determinísticos e estatísticos em seu algoritmo, obtendo o melhor valor de desvio percentual médio de 5,66 % (com pico de desvio máximo de 14,30 dbm ou 20,40%, ocorrido no ponto 1) quando associado à geometria de difração proposta pelo método de Bullington. Isso significa dizer que para cada ponto simulado, os valores de intensidade de sinal variam uma média de 5,66 % do valor real testado para esse mesmo ponto, garantindo uma precisão considerada elevada para um cálculo preditivo de enlace. (FERREIRA JUNIOR, 2014, P. 20).

2.2.1.1 Modelos Digitais de Elevação

Primeiramente devemos entender que um modelo digital de elevação do terreno, são representações das elevações presentes no terreno em forma de valores numéricos ,o software radio mobile é compatível com três tipos de modelos o *Global Topography Data 30 Km* (GTOPO30) / *Shuttle Radar Topography Mission 30 Km* (SRTM30), que foi criado em 1993 e mostra um intervalo de 30 segundos de arco, o que equivaleria a uma altura matricial de 1 KM.

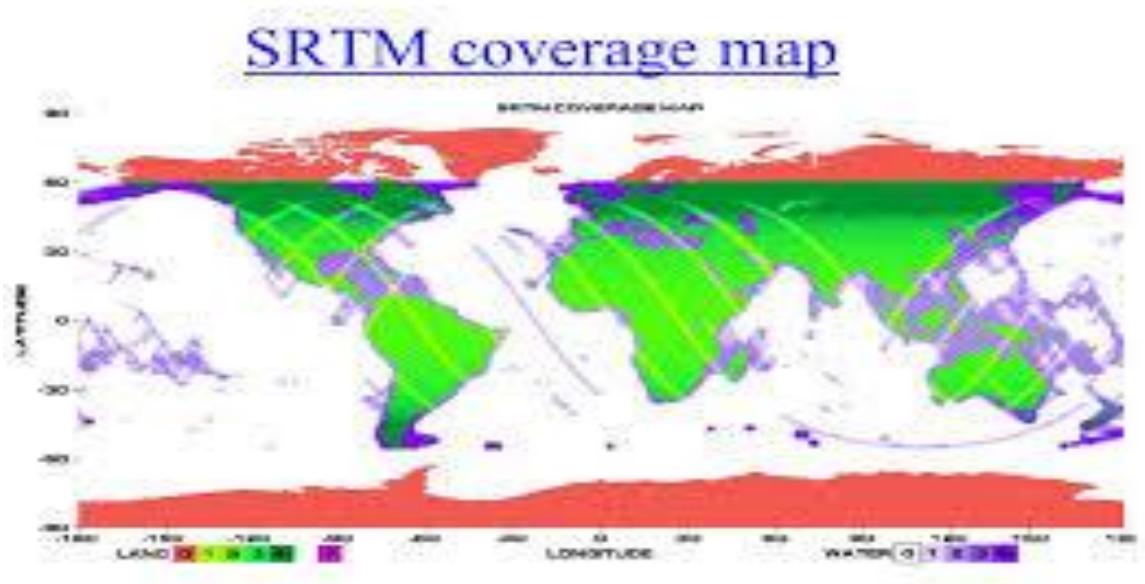
Figura 5: Modelo Digital GTOPO30



Fonte: TEMIS (2016)

O modelo *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) / Digital Terrain Elevation Data (DTED)* é mais moderno, foi criado nos anos 2000, teve sua resolução aumentada para 1 segundo de arco, o que equivale a uma altura matricial de 30 m.

Figura 6: Modelo Digital SRTM



Fonte: JET PROPULSION LABORATORY NASA (2019)

E o modelo GLOBE com um espaçamento horizontal também de 30 segundos de arco. Sendo que a escolha de um dos modelos vai depender da necessidade da precisão da predição e da capacidade computacional disponível.

2.2.1.2 Parâmetros do algoritmo Longley-Rice

Esse modelo precisa ser alimentado por uma série de características dos equipamentos envolvidos na predição. A frequência dos equipamentos deve respeitar os limites do software e estar entre 20 MHz e 20 GHz, estar entre uma distância entre 1 km e 2000 km, as alturas das estações, qual polarização será utilizada e a potência real de irradiação. Além de vários outros fatores que interferem no funcionamento do algoritmo, mas que não estão relacionados as estações e sim ao ambiente onde o link será feito, como por exemplo, as constantes dielétricas do solo, refração das ondas nas camadas da atmosfera, clima, a relação sinal ruído (SNR) e o modo em que o programa está sendo operado.

2.2.1.3 Base Cartográfica

O software Radio Mobile permite a utilização dos mais diversos modelos de cartas, sendo possível realizar download da carta direto de um repositório ou seu uso online, cabendo ao usuário escolher a carta de acordo com as suas necessidades. Por exemplo temos o modelo SRTM, que tem seu foco na visualização do perfil geomorfológico do terreno, cobertura terrestre, que é um modelo unidimensional que descreve os processos hidrológicos, cobertura vegetais e fluxos de superfície, OpenStreetMap , Virtual Earth e Google Map, esses três últimos são principalmente usados em predições que ocorram no terreno urbano, pois eles possibilitam a visualização das características da região e a natureza das ruas, estradas e construções.

Figura 7: OpenStreetMap



Fonte: OPEN STREET MAP (2019)

Figura 8: Mapa SRTM



Fonte: GRASS GIS (2019)

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO E PROCEDIMENTOS

3.1 TIPO DE PESQUISA

Com a finalidade de atingir os objetivos propostos nesse trabalho e pôr a prova o previsto no manual do programa, foi realizada uma pesquisa aplicada, do tipo descritiva. Além de abarcar aspectos da pesquisa documental, bibliográfica e levantamento.

Foi utilizado a versão online do software Radio Mobile para realizar o procedimento, pois esse software abrange a faixa do espectro V/UHF o que permite simular a utilização dos equipamentos que são largamente utilizados no curso de comunicações da AMAN.

Os critérios utilizados para escolher os pontos utilizados nos testes têm como base, o fato desses locais já terem abrigado os Posto de Comando da Companhia de Comunicações e a Base Logística de Brigada em exercícios anteriores, o que garante que esses pontos conseguem realizar enlaces efetivos entre eles, o curso de comunicações e com a região da caixa d'água ponto de acesso a rede de dados que são transmitidos via rádio.

A pesquisa teve duas abordagens principais a quantitativa, através do levantamento da opinião dos capitães e tenentes da arma de comunicações, formados entre 2005 e 2017 sobre essa ferramenta, sendo realizada através de um questionário distribuído virtualmente, visando atingir oficiais que estejam servindo nos mais diversos comandos militares, e a abordagem qualitativa, através de uma entrevista com o Major Castellani, instrutor do CIGE em 2019 e da análise do Plano de Disciplinas do terceiro ano do curso de Comunicações de 2019.

3.2 MÉTODO

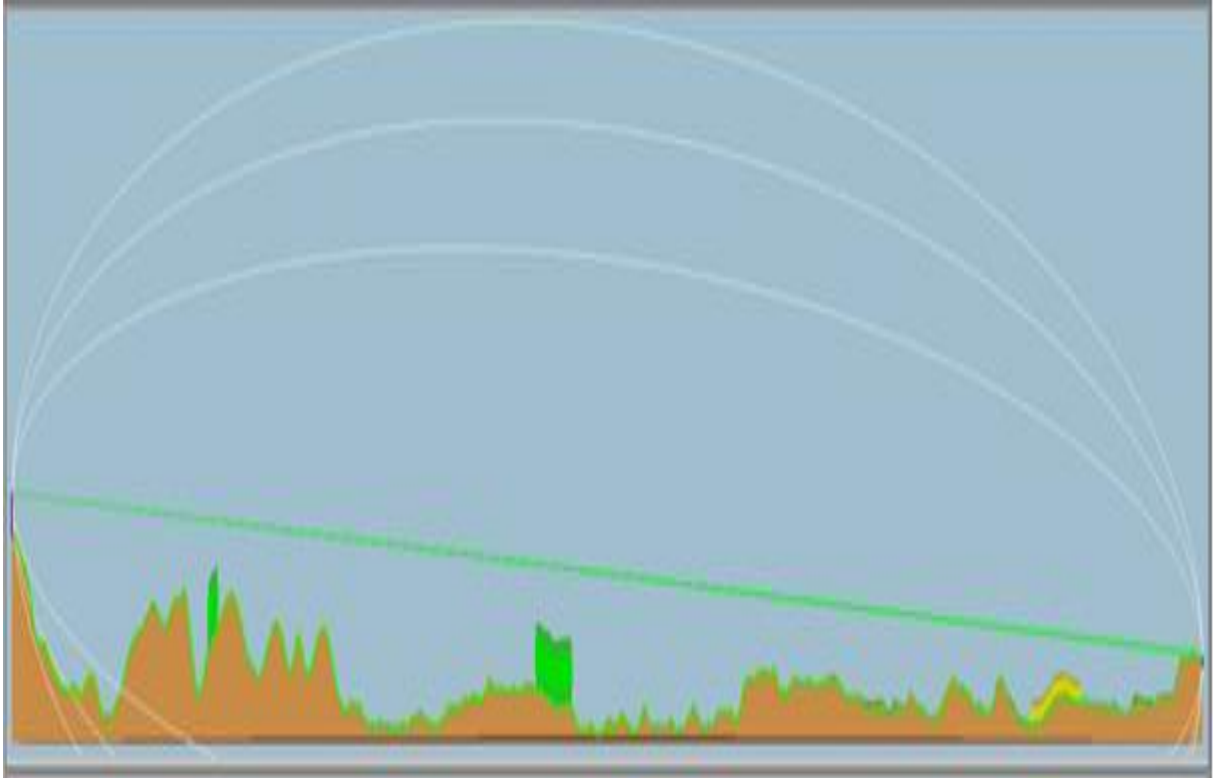
3.2.1 Teste do Software

Partimos do pressuposto que o software deveria confirmar o que já foi constatado empiricamente através dos históricos de enlaces já realizados durante os exercícios anteriores, para isso foram realizadas predições no software radio mobile de posições já utilizadas nos exercícios de terreno do curso de comunicações e verificar se os enlaces que uma vez ocorreram na realidade seriam confirmados pelo software e se os perfis de terreno seriam corretamente montados e avaliados pelo sistema.

Inicialmente os pontos escolhidos para a verificação foram a antena localizada na região de Caixa d'água, local de acesso a rede de dados da AMAN, e a região da fábrica da

LAND ROVER local escolhido para ser a BASE LOGISTICA DE BRIGADA apoiado pela Cia Com.

Figura 9: Estudo do perfil do terreno



Fonte: AUTOR

Figura 10: Características do Enlace

caixa de agua (1)		(2) Fábrica da Land Rover	
Latitude	-22.451354 °	Latitude	-22.483835 °
Longitude	-44.444830 °	Longitude	-44.535686 °
Ground elevation	441.0 m	Ground elevation	411.7 m
Antenna height	10.0 m	Antenna height	2.0 m
Azimuth	248.83 TN 271.21 MG °	Azimuth	68.87 TN 91.21 MG °
Tilt	-0.26 °	Tilt	0.17 °
Radio system		Propagation	
TX power	43.01 dBm	Free space loss	95.70 dB
TX line loss	3.00 dB	Obstruction loss	17.42 dB
TX antenna gain	6.00 dBi	Forest loss	1.00 dB
RX antenna gain	2.00 dBi	Urban loss	0.00 dB
RX line loss	0.50 dB	Statistical loss	5.86 dB
RX sensitivity	-113.02 dBm	Total path loss	119.98 dB
Performance			
Distance			10.010 km
Precision			10.0 m
Frequency			146.000 MHz
Equivalent Isotropically Radiated Power			39.905 W
System gain			160.53 dB
Required reliability			70.000 %
Received Signal			-72.47 dBm
Received Signal			53.27 µV
Fade Margin			40.55 dB

Fonte: AUTOR

Essa foto representa o resultado da predição, mostrando todas as informações que esse software é capaz de levantar, além das informações referente aos links entre as antenas ele faz levantamento das distâncias, azimutes e a performance que o link irá desempenhar.

3.2.2 Questionários sobre a aceitação do software Radio Mobile

Para o levantamento de dados sobre a aceitação desse software foi utilizado através da aplicação de um questionário em uma amostra de 30 oficiais, capitães e tenentes da arma de comunicações ,formados entre 2005 e 2017 , saber mais sobre as experiências que eles tiveram ao utilizar o software.

A primeira parte do questionário tem por objetivo saber do entrevistado o contato que ele teve com software durante a formação e o momento durante a formação no qual eles tiveram que usá-lo.

A segunda parte da pesquisa, visa saber do entrevistado situações, que tenham ocorrido depois da formação, em que eles tiveram que planejar enlaces, buscando saber qual o software de predição foi utilizado bem como o nível de confiança que eles tiveram nos resultados e as dificuldades encontradas para a realização dos enlaces.

A terceira e última parte da pesquisa busca levantar opiniões sobre o ensino dessas ferramentas nos bancos escolares do curso de comunicações da AMAN e qual software eles recomendariam para ser ensinado no curso, bem como um espaço para considerações finais

sobre o assunto, onde os respondentes poderiam adicionar qualquer experiência ou ressalva que eles tivessem sobre o tema.

3.2.3 Entrevista

Para verificar se o ensino desse software está sendo feito de maneira correta na AMAN, buscou-se entrevistar um especialista no assunto, para que pudesse ter mais esclarecimentos acerca do seu uso e os conhecimentos que são pré-requisitos para poder usar esse software de maneira adequada.

O entrevistado foi o Major Castellani, da arma de Comunicações, atualmente servindo no CIGE, onde ele atua como o Instrutor dessa ferramenta e é o autor da nota de aula do Curso de Guerra Eletrônica, onde esse assunto é largamente abordado.

A primeira pergunta buscava saber quanto tempo leva para aprender a operar essa ferramenta e em qual período da formação do comunicante essa instrução deveria ser iniciada, de acordo com o entrevistado, para que o cadete conseguisse estar operando todas as funcionalidades básicas de forma satisfatória seriam necessárias aproximadamente 24 horas/aula e o momento ideal para o início dessas instruções seria logo após o término do conteúdo que fala sobre antenas, propagação e relação sinal-ruído. De acordo com o Pladis do segundo ano do curso de comunicações após o término da UD I, Ondas e Propagação, eles já estariam em condições de começar a aprender sobre esse software.

A segunda pergunta, versava sobre parâmetros mais técnicos e tentava levantar dentre as experiências do entrevistado os momentos em que o uso dessa ferramenta é mais indicado e se haveria algum cenário operacional onde seu uso torna-se inviável devido a muitas interferências, causando assim uma queda na confiabilidade do enlace. Para o entrevistado, o melhor uso da ferramenta é em ambiente rural, pois ela não leva em consideração construções feitas pelo homem, em um primeiro momento, não seria adequada para simular enlaces dentro de ambientes urbanos, mas a ferramenta pode levar em conta interferências dos locais. Para que isso ocorra é imprescindível que sejam realizadas medições nos locais onde se pretende instalar os postos rádio para se detectar possíveis interferências e inserir estes valores nas simulações de modo a ter resultados os mais próximos possíveis da realidade.

O rádio mobile vai calcular a potência teórica que chega em determinado local baseado nos parâmetros que o usuário insere, a relação sinal ruído vai depender da potência do ruído presente no local, que poderá ser obtida durante o reconhecimento de comunicações, através de medições no local que está sendo reconhecido. Todo cenário operacional aceita o

uso da ferramenta, o segredo é realizar os ajustes necessários nas simulações para que elas sejam fidedignas.

A terceira pergunta tinha por objetivo verificar qual o melhor método para ser adotado durante o ensino dessa ferramenta. Levando em consideração que o curso de Comunicações retomou o ensino dessa ferramenta no ano de 2019, utilizando uma instrução totalmente teórica, onde os cadetes, não fizeram exercícios práticos, qual abordagem seria mais recomendada para a melhor internalização pelo cadete desse assunto, prática e teórica, somente práticas com o software ou teórica com análise de exemplos de predições. De acordo com o entrevistado, toda teoria deve em algum momento, ter uma prática, teoria e prática devem sempre andar lado a lado. O estudo dessa ferramenta deve ser ensinada preferencialmente antes de uma atividade de campo onde ao final das instruções o cadete planejaria os enlaces e depois os executaria no terreno, realizando medições e comprovando a viabilidade das simulações e no final realizar a retificação da aprendizagem, para sanar qualquer dúvida sobre o software que porventura ainda exista.

A quarta pergunta tinha como objetivo saber quais conhecimentos específicos os cadetes deveriam ter para conseguir aprender a manusear as funções básicas do software e conseguir interpretar de forma satisfatória as predições, de acordo com o entrevistado, são imprescindíveis saber alguns conceitos mínimos de comunicações, como decibéis, operação com dB, antenas, mecanismos de propagação da onda eletromagnética por faixas de frequências, relação sinal ruído, potência, conceito de "*Noise Floor*", saber fazer uma medição de potência em equipamento com escala "S" ou dBm. Sem esses conceitos o aprendizado se torna muito mais complicado, pois o aluno que não domina esse conceito dificilmente terá o real entendimento do que os resultados das predições realmente significam.

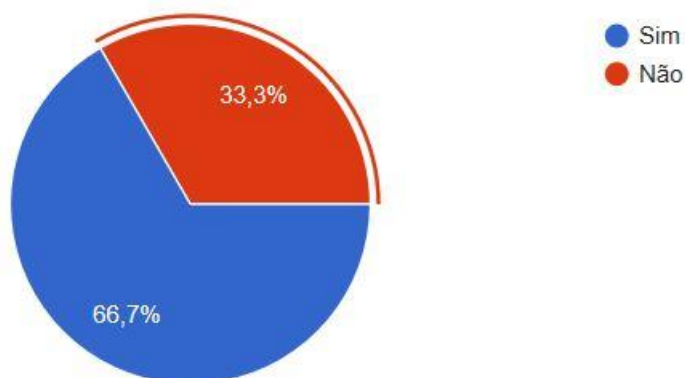
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na busca por uma resposta ao problema que norteou a pesquisa, chegamos aos resultados que se seguem.

O primeiro resultado importante que pudemos encontrar foi que mesmo que não estivesse previsto no PLADIS, parte dos oficiais tiveram contato com o software ainda na AMAN. Isso fica evidente na pesquisa, onde podemos ver que 75 % em algum momento teve usar esse software, grande parte motivado pelo planejamento das Operação Ofensiva, Operação Defensiva e Manobra Escolar.

Pergunta: O senhor teve contato com algum tipo de software de predição de enlaces de visada direta durante a formação na AMAN?

Gráfico 1: Contato com o Software durante a AMAN

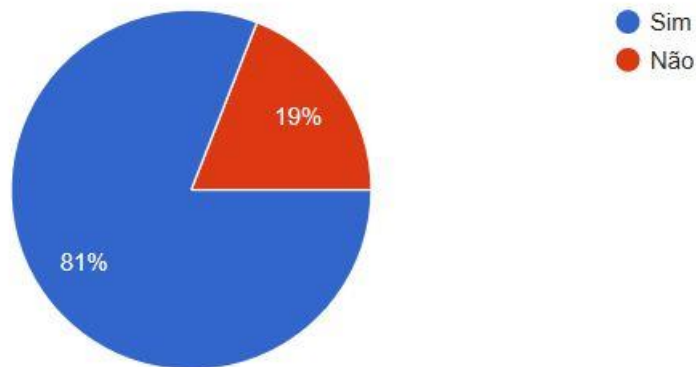


Fonte: AUTOR

Com base nesse dado inicial podemos inferir que, só os cadetes do 4º ano do Curso de Comunicações que eram postos em funções chaves de planejamento é que tiveram contato com essas ferramentas durante a AMAN, tendo que aprender sozinhos como esses softwares funcionavam e a interpretar seus resultados.

Se compararmos esses dados com o que foi obtido na segunda pergunta, onde foi perguntado quais oficiais tiveram contato com o software para o planejamento de operações veremos que uma parte dos militares que não haviam tido contato com esse software na AMAN tiveram esse primeiro contato na tropa, onde tiveram que aprender sozinhos como utilizar essa ferramenta, mostrando assim que esse conhecimento é uma necessidade do oficial de comunicações.

Gráfico 2: Quantos militares utilizam essa ferramenta para planejar operações na tropa



Fonte: AUTOR

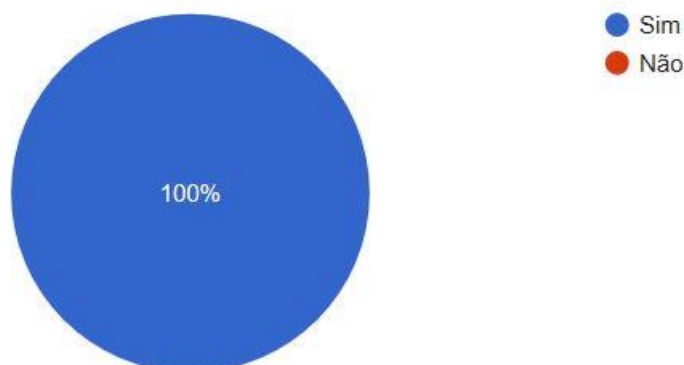
Quando perguntados qual foi a maior dificuldade na hora de utilizar o software, as respostas foram em sua maioria na mesma direção: “Não tive instrução”; “Dificuldades no manuseio por falta de instruções bem ministradas.”; “Complexidade de uso”; “Configurar todos os parâmetros”; “Não tive instrução tão detalhada sobre todas as funções, basicamente uma breve demonstração no nível conhecer.”; “Durante a formação quem mexeu com esses softwares basicamente foram as equipes de enlace rádio e dados, outros cadetes nunca operaram o software, somente sabiam que existia.”

Um fato relevante é que todos os respondentes confiam nos resultados obtidos através dessas ferramentas, como pode ser visto no gráfico a seguir.

Pergunta:

O senhor confia nos resultados obtidos através dessas ferramentas?

Gráfico 3: Credibilidade da ferramenta Radio Mobile



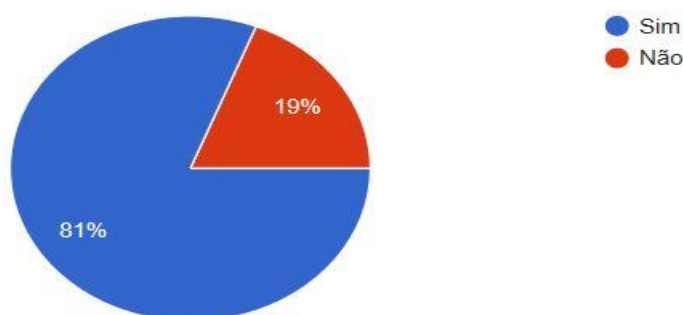
Fonte: AUTOR

Isso mostra a sua eficiência e como elas estão difundidas dentro da atividade de comunicações, mostrando assim sua relevância no contexto atual, onde a cada operação são exigidos cada vez mais dinamismo e flexibilidade por parte dos planejadores das missões, mostrando-se assim como uma ferramenta fundamental para o auxílio do processo de decisão.

Para a grande maioria dos respondentes esse conteúdo deveria voltar a fazer parte do Plano de Disciplinas do curso de comunicações e quando perguntados sua opinião sobre o ensino do software Radio Mobile, 81% dos entrevistados foram favoráveis ao seu uso. Os 19% restantes que não são favoráveis ao seu uso sugeriram que fosse ensinada na AMAN a ferramenta HTZ WARFARE, produzida pela empresa francesa ATDI, ele é um software específico para o planejamento de comunicações tática e o emprego de Guerra Eletrônica, apesar de apresentar mais recursos e funcionalidades que o Radio Mobile ele é uma ferramenta paga, onde o é necessário pagar a licença e os modelos cartográficos da regiões que se deseja fazer a análise. Atualmente, com o contingenciamento dos gastos das Forças Armadas essa opção torna-se inviável, sendo mais sensato a indicação de uma opção gratuita como é a ferramenta Radio Mobile.

Pergunta: Para o senhor o software de predição de enlaces Radio Mobile seria adequado para ser ensinado aos cadetes da AMAN?

Gráfico 4: Possibilidade do ensino do Radio Mobile na AMAN



Fonte: AUTOR

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após todo o levantamento bibliográfico e testes realizados com o software Radio Mobile, pode-se concluir que ele cumpre o que promete, faz predição de enlaces de visada direta, nas faixas V/UFH com grande porcentagem de confiabilidade, além de mostrar perfis do terreno com bastante precisão, indicando locais onde o enlace seria mais provável e onde seria menos provável.

Sendo assim, mostra-se como uma ferramenta muito valiosa para o oficial de comunicações na hora de realizar reconhecimentos de possíveis posições de equipamentos rádios, uma vez que auxilia o oficial a economizar tempo e meios, permitindo que o oficial já vá para o terreno tendo um conhecimento prévio de como o equipamento deverá se comportar em determinada posição.

Após a verificação de viabilidade do uso da ferramenta Radio Mobile, levando em conta todos os seus parâmetros técnicos, a entrevista com o instrutor dessa matéria no CIGE, Major Castellani, o questionário feito com oficiais de comunicações e o Plano de disciplinas do segundo e terceiro ano do curso de comunicações o autor deste trabalho desenvolveu a solução exposta no seguinte parágrafo.

De acordo com a pirâmide da aprendizagem, feita pelo psiquiatra americano William Glasser, que mostra a porcentagem de conhecimento retida na mente do aluno dependendo da técnica de ensino que for utilizada, as metodologias ativas são as mais indicadas. Nesse sentido o mais indicado é que logo após o ensino da ferramenta seja dada a oportunidade ao aluno de realizar uma predição para aumentar a fixação do conhecimento.

Figura 11: Pirâmide de William Glasser



Fonte: ATIVIDADES PEDAGÓGICAS (2018)

Visto que a instrução deve ser um misto de prática e teórica, o aluno deve ter um arcabouço teórico de conhecimentos básicos de comunicações, que já foi aprendido durante o segundo ano do curso de comunicações nas Unidades I, Ondas e Propagação, e II, Antenas, da disciplina de Técnicas Militares V, para que consiga entender e operar as funcionalidades básicas do programa, necessárias para se ter um bom desempenho da prática.

O melhor momento para a realização da instrução é o terceiro ano do curso de comunicações, onde o cadete já apresenta maior maturidade e conhecimento sobre os meios de comunicações disponíveis, bem como melhor capacidade para a realização de um planejamento de posições levando em consideração os quesitos táticos que a doutrina militar impõe ao planejador.

O Plano de Disciplina do segundo ano não apresenta necessidade de complementação, pois todos os elementos necessários para formar essa base de conhecimento necessários para o uso da ferramenta, já são atualmente ministrados no curso, a indicação de alteração no Pladis seria direcionada ao do terceiro ano onde não há um tempo previsto específico para o ensino

de nada referente ao assunto. A alteração consistiria em adicionar esse conteúdo na disciplina Emprego Tático II, durante a UD VI, assunto C, que fala sobre Reconhecimento de Comunicações, além de ministrar o manual de planejamento de comunicações, seria adicionado instruções sobre o uso de software Radio Mobile.

Essa instrução deveria ser ministrada em aproximadamente 12 (doze) tempos de aula, nos dois primeiros seria feito uma breve introdução sobre o software bem como a apresentação de funcionalidades. A segunda parte da instrução seria mais um bloco de dois tempos onde seria feita uma prática guiada, onde seriam explicados os parâmetros principais, bem como a maneira correta de realizar a leitura dos dados obtido. A terceira e última parte da instrução seria a utilização do último bloco de dois tempos para realizar uma prática em grupo onde os alunos fariam sozinhos a predição, pré-definida para cada grupo, e uma rápida apresentação sobre os resultados obtidos, essa dinâmica deve ser repetida duas vezes com diferentes níveis de dificuldades. A instrução deve ser dada na versão offline do software que apresenta todos os recursos disponíveis e os pontos escolhidos para a realização das predições devem estar no campo de instrução da AMAN, para que assim o aluno possa está tendo uma visualização mais concreta dos perfis de terreno apresentados pelo programa.

Concluimos então que a inserção dessa ferramenta na grade curricular é necessária e totalmente viável, pois levando em consideração os cortes no orçamento das Forças Armadas os recurso deve ser utilizados cada vez mais com mais sabedoria, não podendo haver gastos mais do que o necessário com os reconhecimentos de comunicações. Além de ser possível sua inserção nos bancos escolares da AMAN, pois ela pode ser inserida no Plano de Disciplinas sem causar prejuízo a outros conteúdos, visto que ela pode ser contextualiza na matéria de Emprego Tático, nos assuntos referentes a reconhecimento de comunicações e fatores de decisão para a escolha de Postos de Comando.

Para estudos futuros seria interessante verificar a viabilidade da inserção de softwares de predição de enlace que contivessem as radiofrequências de HF, como o VOACAP, visto suas possibilidades e as grandes distâncias que equipamentos que operam nessa faixa de frequência podem alcançar, demonstrando assim serem muito úteis e necessário para ambientes operacionais que não possuam repetidoras ou sistemas troncalizados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: **informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6024: **numeração progressiva das seções de um documento: procedimento. Rio de Janeiro, 1989.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6028: **resumos: procedimento. Rio de Janeiro, 1990.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: **informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2005.**

BRASIL. Ministério da Defesa. **Manual de campanha C 24-18: Emprego do rádio em campanha.** 4 ed. Brasil: Exército, 1997. 4-1 p.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Manual de campanha C 11-1: Emprego das comunicações.** 4 ed. Brasil: Exército, 1997. 4-1 p.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Manual de campanha C 24-2: Administração de radiofrequências.** 2 ed. Brasil: Exército, 2002. 4-2 p.

ESCOM. **Predição de enlaces em hf utilizando o software voacap.** Informativo técnico - científico da escola de comunicações, Brasília, v. 6, n. 2, p. 1-2, set. 2019.

EA4FSI-28T1 RED RADIO DE EMERGENCIA -REMER-. **Manual de Cálculo de Coberturas com Radio Mobile.** Disponível em: <http://www.ipellejero.es/radiomobile/RM_01.php>. Acesso em: 01 out. 2018.

TAVARES JÚNIOR, João Rodrigues ; CANDEIAS, Ana Lúcia Bezerra; FRERY, Alejandro César Orgambide. **MODELAGEM DE RÁDIO ENLACE: UMA ABORDAGEM USANDO REALIDADE VIRTUAL.** REVISTA BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA, [S.L], n. 55, jul. 2003.

CASTELLANI, Fernando Henrique-CAP. **Fundamentos para a guerra eletrônica.** 1 ed. Brasília: CIGE, 2012. 104 p.

Addiel López Chaviano. **Implementación de laboratorios en la asignatura Radio Propagación con el software Radio Mobile.** 1 ed. Santa Clara: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, 2012.

FERREIRA JÚNIOR, Eurésio Macedo; MOREIRA, Leonardo Possideli. **MODELOS DE PROPAGAÇÃO NO SOFTWARE HTZ WARFARE: estudo sobre a viabilidade do cálculo preditivo aplicado aos sistemas talkabout no planejamento das MAGE no contexto das Operações de Não-Guerra (Grandes Eventos).**, [S.L], jul./out. 2014.

Apêndice A - Questionário acerca do uso de softwares de predição de enlaces de visada direta.

Esse formulário tem por objetivo levantar informações sobre a aceitação e o uso das ferramentas de predição de enlace pelos Oficiais da arma de Comunicações e verificar se o ensino dessas ferramentas, como previsto no Plano de Disciplinas do Curso de Comunicações da AMAN está adequado.

Todas as informações serão utilizadas para fins acadêmicos, a pesquisa será identificada para permitir a correlação de dados. As informações serão tratadas com sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a identidades dos respondentes.

- Qual o posto do senhor?

- O senhor teve contato com algum tipo de software de predição de enlaces de visada direta durante a formação na AMAN?

- Durante a formação na AMAN em qual situação o senhor precisou utilizá-lo? (planejamento de campo, instrução, interesse próprio...) (Responda esse item somente se o item anterior tiver sido SIM)

- O senhor utiliza algum software de predição de enlaces de visada direta, para o planejamento de operações?

- Qual software de predição de enlace de visada direta o senhor utiliza? (Responda se a resposta anterior tiver sido SIM)

- O senhor confia nos resultados obtidos através dessas ferramentas?

- Qual a maior dificuldade encontrada ao utilizar esse tipo de software? (não tive instrução, não confio no software, acho o software difícil de ser utilizado, outros...)

- Para o senhor esse conhecimento deveria voltar a fazer parte do plano de disciplinas do Curso de Comunicações da AMAN?

- Para o senhor software de predição de enlaces Radio Mobile seria adequado para ser ensinado aos cadetes da AMAN?

- Qual software de predição de enlace de visada direta o senhor indicaria para ser ensinado aos cadetes da AMAN? (Responda essa pergunta no caso de a resposta anterior ter sido NÃO)

- Qual a opinião do senhor sobre a necessidade ou não do ensino dessa ferramenta na AMAN? (Responda essa pergunta com algum relato ou exemplo de momento onde o senhor tenha precisado utilizar alguma dessas ferramentas e como o domínio sobre ela fez ou não fez diferença durante o planejamento)

Apêndice B – Perguntas da Entrevista com o Major Castellani, instrutor do CIGE

Os softwares de predição de enlaces são ferramentas que ajudam no planejamento de comunicações, meu trabalho tem como principal enfoque a verificação do pladis do curso de comunicações da AMAN, tendo em vista que até o ano de 2018 esse assunto estava fora do PLADIS e retornou para o mesmo no corrente ano, minha pesquisa quer acompanhar esse processo de reinserção no ensino e verificar se ele foi introduzido de forma adequada e se abarca a quantidade mínima de conhecimentos para que se possa operar esse programa em suas principais funcionalidades.

- Para o senhor, quanto tempo leva para aprender a operar essa ferramenta e em qual período da formação do comunicante ela deve ser iniciada?

-Com base nos conhecimentos e experiências do senhor quais momentos são mais indicados para o uso dessa ferramenta e se há algum cenário operacional onde seu uso torne-se inviável devido a muitas interferências?

-Levando em consideração que o curso de comunicação retomou o ensino dessa ferramenta esse ano, qual abordagem o senhor recomendaria para a melhor internalização do cadete, prática e teórica, somente práticas com o software ou teórica e realização de predições pelos cadetes, para que eles aprendam sozinhos?

-Qual a melhor fonte de consulta para a montagem da instrução, algum livro ou autor?

-Quais conceitos mínimos de comunicações os cadetes precisam saber para conseguir entender as configurações básicas dos parâmetros de uma predição?