

NORMATIZAÇÃO PARA SISTEMAS DE ENLACES DE DADOS PONTO A PONTO POR ONDAS TERRESTRES EM LINHA DE VISADA NA FAIXA DE MICRO-ONDAS

CAP COM EURÉSIO MACEDO FERREIRA JÚNIOR

Pós-graduado, lato sensu, em Gestão de Sistemas Táticos de Comando e Controle

RESUMO. ESTE ESTUDO APRESENTA UMA ANÁLISE SOBRE OS SISTEMAS DE ENLACES DE DADOS PONTO A PONTO POR ONDAS TERRESTRES EM LINHA DE VISADA NA FAIXA DE MICRO-ONDAS. BUSCOU-SE ATRAVÉS DESSA ANÁLISE, VERIFICAR QUAIS ERAM OS PARÂMETROS E REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA ELABORAR UMA INSTRUÇÃO DAS INSTRUÇÕES PARA A EXPLORAÇÃO DAS COMUNICAÇÕES E ELETRÔNICA (IECOMELT) QUE NORMATIZASSE O EMPREGO DESSES SISTEMAS. PARA ISSO, REALIZOU-SE UM ESTUDO DE CASO, TOMANDO-SE POR BASE OS EQUIPAMENTOS DE DOTAÇÃO DO CURSO DE COMUNICAÇÕES (C COM) DA ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS (AMAN) E AS OPERAÇÕES ESCOLARES REALIZADAS NO ANO DE 2016. FORAM REALIZADOS UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E UMA COLETA DE DADOS COM OS INTEGRANTES DO CURSO, ALÉM DO REGISTRO DE OBSERVAÇÕES REALIZADAS DURANTES OS EXERCÍCIOS. COMO RESULTADOS, VERIFICOU-SE QUE A PRINCIPAL DIFICULDADE ENFRENTADA NO EMPREGO DESSES MEIOS FOI A CONFIGURAÇÃO DOS MESMOS ANTES DA PARTIDA PARA A MISSÃO, QUE O PRINCIPAL PARÂMETRO APONTADO FOI O ENDEREÇO IP DOS EQUIPAMENTOS E QUE O PRINCIPAL FATOR DE ÊXITO NO EMPREGO DESSES SISTEMAS FOI A CONFIGURAÇÃO PRÉ-OPERAÇÃO DOS MESMOS. DESSA FORMA, CONCLUIU-SE A RESPEITO DAS INFORMAÇÕES QUE DEVERIAM CONSTAR NA INSTRUÇÃO E COM ISSO, FOI ESCRITURADA A NORMATIZAÇÃO CONSTANTE DO ANEXO B A ESTE TRABALHO.

PALAVRAS-CHAVE: TRANSMISSÃO DE DADOS. MICRO-ONDAS. CURSO DE COMUNICAÇÕES. NORMATIZAÇÃO.

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa apresenta um estudo sobre os sistemas de enlaces de dados ponto a ponto por ondas terrestres em linha de visada

na faixa de micro-ondas, orgânicos do quadro de dotação de material do C Com da AMAN. Foi baseado nas operações escolares realizadas pelo referido curso no ano de 2016, tendo como objetivo verificar quais eram os parâmetros fundamentais para padronizar o emprego desses sistemas, visando elaborar um modelo de instrução específica para as IECOMELT, além de buscar elucidar quais fatores que, apesar de implícitos na documentação, são cruciais para o sucesso operacional na utilização dos mesmos. Os resultados alcançados foram obtidos a partir de uma pesquisa bibliográfica a respeito do tema, bem como de uma coleta de dados realizada entre os integrantes do curso que, por sua vez, permitiram a consolidação das informações necessárias para a escrituração da norma proposta.

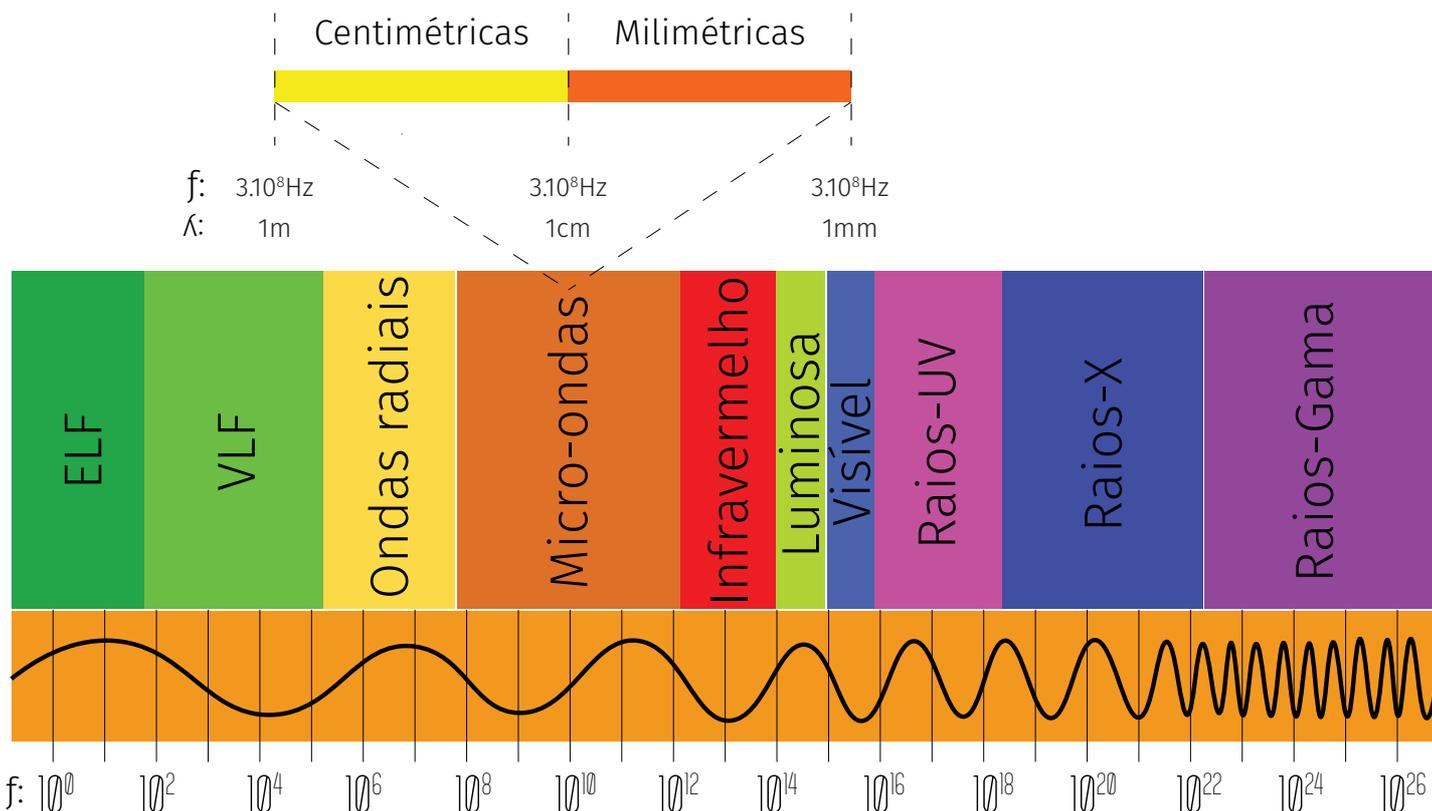
A crescente evolução tecnológica contribuiu para a modernização das técnicas e meios de combate. No tocante à Arma de Comunicações, ela ocasionou a substituição gradual de equipamentos obsoletos por outros mais modernos e eficientes, melhorando a qualidade do apoio prestado às demais unidades militares. Essa modernização veio acompanhada por um aumento da demanda por serviços que requerem um alto fluxo de dados e, nesse contexto, diferentes sistemas de transmissão de dados na faixa de micro-ondas foram adquiridos pela Força Terrestre.

Segundo Oliveira (2012, p. 5) “a faixa de micro-ondas inicia na faixa superior de UHF, estendendo-se pela faixa de SHF” e nesta pesquisa foi adotado como delimitador dessa faixa o intervalo compreendido entre as frequências 300 MHz até 300 GHz. A figura 1 a seguir, apresenta uma representação do espectro eletromagnético



co, com destaque para a faixa de micro-ondas.

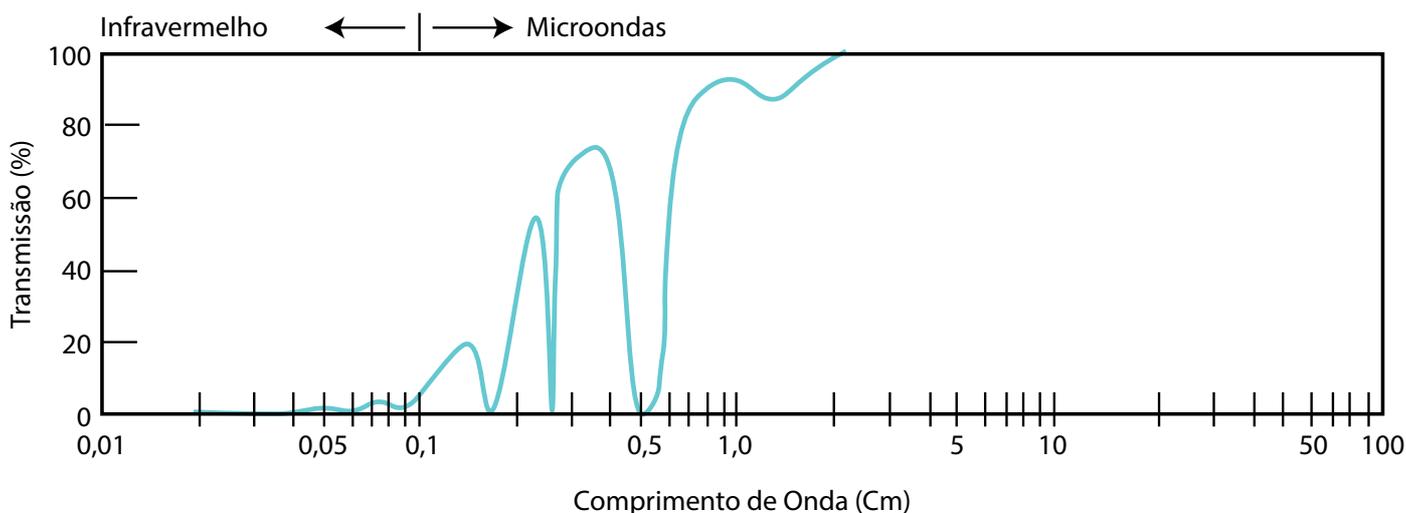
FIGURA 1 - As micro-ondas no espectro eletromagnético



Fonte: Pinterest.

Uma característica bastante relevante dessa faixa é que “[...] neste intervalo, as ondas eletromagnéticas sofrem pequena atenuação atmosférica” (MORAIS, 1999, p. 53). Entretanto, essa característica é mais acentuada em determinados intervalos, denominados janelas de utilização. A figura 2 abaixo apresenta uma representação gráfica desses intervalos.

FIGURA 2 - Janelas de utilização da faixa de micro-ondas



Fonte: Morais (1999, p. 54).

A introdução de sistemas de transmissão de dados por micro-ondas no Exército Brasi-

leiro, não foi acompanhada por uma atualização doutrinária para o emprego dos mesmos. Essa



atualização depende de análises de cenários diversos para uso desses equipamentos e de experimentações operacionais em diferentes tipos de situações de combate. Esse fato criou um hiato nas normatizações que visam padronizar o emprego desses sistemas, o que de certa forma justificou a realização deste estudo.

2 METODOLOGIA APLICADA

Este trabalho adotou o método indutivo como padrão no desenvolvimento de suas pesquisas. Dessa forma, a partir dos dados e informações obtidos sobre a utilização de sistemas de enlaces de dados por micro-ondas nas operações do C Com da AMAN no ano de 2016, buscou-se elaborar uma proposta de instrução para as IECOMElT que pudesse ser utilizada em qualquer outra operação militar semelhante.

Diante desse contexto, buscou-se durante a fase de coleta de dados, estabelecer uma amostra que representasse da melhor maneira possível a população desse estudo. Essa amostra deveria permitir o levantamento de dados pertinentes e baseados nas mais diversas experiências relacionadas aos sistemas alvo desse estudo, vivenciadas nas operações escolares do C Com da AMAN no período considerado.

Para concretizar os objetivos desse trabalho, primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica e, em uma fase posterior do trabalho, foi realizada uma pesquisa descritiva. Dessa forma, buscou-se verificar como o conhecimento já existente acerca do tema se relacionava com o caso específico estudado.

Na execução da pesquisa bibliográfica, foram utilizadas fichas para catalogação da bibliografia de referência, principalmente as fichas de citação e de resumo. Dessa forma, buscou-se separar matérias correlacionadas ao objeto desse estudo que haviam sido produzidas por outros autores, as quais poderiam ser utilizadas na escrituração deste trabalho.

Assim foram analisadas obras referentes aos sistemas de transmissão de dados na faixa

de micro-ondas no geral, bem como suas características principais. Além disso, foram consultados alguns relatórios produzidos ao término das operações do referido curso e, posteriormente, foram analisados os documentos de especificações técnicas dos equipamentos de enlaces de dados ponto a ponto disponíveis no C Com.

Concluída a revisão da literatura, foi realizada uma pesquisa descritiva, visando verificar quais os parâmetros dos sistemas que compõem o escopo desse trabalho que seriam necessários para a elaboração de uma proposta de instrução específica para as IECOMElT. Essa pesquisa descritiva possuiu caráter quantitativo, no qual procurou-se elencar quais dentre os quesitos pesquisados eram mais importantes de acordo com o índice de ocorrência dos mesmos nas respostas obtidas.

Para isso, foi elaborado um questionário abordando as principais questões de estudo elencadas para análise. Esse questionário foi confeccionado a partir de discussões realizadas em conjunto com os instrutores e monitores responsáveis pelo emprego desses sistemas nas operações do C Com.

Em complemento à coleta de dados e à pesquisa bibliográfica realizadas, ao longo do ano de 2016 foram feitas observações durante os exercícios no terreno, onde pôde-se perceber como era realizado o emprego desses meios de comunicações, bem como os fatores que contribuíam diretamente para o seu correto funcionamento e também as diversas dificuldades encontradas na sua instalação e gerenciamento.

Após a aplicação da pesquisa, os dados obtidos foram tabulados e complementados pelos registros das observações realizadas. Essas observações foram registradas através de relatórios confeccionados pelo autor ao término de cada operação no terreno.

3 EQUIPAMENTOS DE ENLACE DE DADOS POR MICRO-ONDAS

Esse estudo contempla somente uma



análise dos equipamentos orgânicos do C Com que foram empregados nos exercícios escolares realizados no ano de 2016, para a montagem da malha da rede de dados das operações. Da análise do histórico de utilização desses meios, verifica-se que no ano de 2010 foram utilizados pela primeira vez os equipamentos da fabricante Mikrotik associados com antenas direcionais de alto ganho, o que permitiu a realização da transmissão ao vivo da transposição de curso d'água para o posto de comando principal da operação (AMAN, 2010). Desde então, diversos outros

equipamentos foram adquiridos e empregados.

No período considerado neste estudo, quatro tipos diferentes de equipamentos estavam disponíveis no referido curso, sendo um da fabricante Motorola (PTP 49600) e três da fabricante Ubiquiti (NanoBeam NBE-M5-400, AirGrid M5 AG-HP-5G23 e NanoStation M MSM5). O quadro abaixo 1 abaixo, apresenta as principais especificações técnicas desses equipamentos.

QUADRO 1 - Principais especificações técnicas dos equipamentos disponíveis no C Com da AMAN

Especificação Técnica	Motorola PTP 49600	Ubiquiti NanoBeam NBE-M5-400	Ubiquiti AirGrid M5 AG-HP-5G23	Ubiquiti NanoStation M MSM5
Frequência de Operação	4940-4990Mhz	5170-5875 Mhz	5170-5875 Mhz	5170-5875 Mhz
Potência de Transmissão	23 dBm	23 dBm	21 dBm	22 dBm
Sensibilidade do receptor	-95 dBm	-75 dBm	-84 dBm	-75 dBm
Ganho de antena	22 dBi	25 dBi	23 dBi	14.6 dBi
Throughput máximo	125 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	54 Mbps
Alcance máximo aproximado	200 Km	40 Km	30 Km	15 Km
Consumo de potência	55 W	8 W	3 W	8 W

Fonte: Manuais técnicos dos equipamentos

4 EMPREGO DOS MEIOS DE ENLACE DE DADOS NAS OPERAÇÕES ESCOLARES

Nas operações escolares, o sistema de enlace de dados ponto a ponto por ondas terrestres em linha de visada na faixa de micro-ondas é responsabilidade das turmas de repetidoras e integração de redes e, no ano de 2016, ficaram sob coordenação do autor desse estudo, que na época, era instrutor do C Com da AMAN. Esse sistema serviu de base para o fornecimento de diversos serviços durante as operações, tais como videoconferências, telefonia VoIP, software C2 em Combate, gerenciamento remoto de equipamentos e acesso à Internet, dentre diversos outros.

O calendário acadêmico anual contempla três grandes exercícios de campanha, nos quais são utilizados quase a totalidade dos meios disponíveis no curso. Esses exercícios são denominados genericamente de Operação Ofensiva, Operação Defensiva e Manobra Escolar.

Primeiro exercício comum a todos os anos do curso, a Operação Ofensiva ocorreu no período de 20 a 23 de junho de 2016, onde foram mobiliados dois postos de comando, sendo o principal na região da Fazenda Santa Maria e o da Base Logística de Brigada na região da Fazenda Boa Esperança. Por imposição do contexto tático do exercício, o posto da região da



Fazenda Santa Maria foi deslocado no meio da operação, avançando para a região de Macuco. Para esse exercício, foi mobiliado um nó central de integração no pavilhão principal do C Com, de onde partiam os diversos ramos da rede montada. Para isso, foram empregados dois pares de equipamentos Motorola PTP 49600, dois pares de equipamentos Ubiquiti AirGrid M5 AG-HP-5G23 e um par de equipamento Ubiquiti Nano-Beam NBE-M5-400 (AMAN, 2016a).

A Operação Defensiva, por sua vez, ocorreu entre os dias 24 e 28 de outubro de 2016. Nesse exercício também foram mobilados os dois postos de comando, sendo o principal na região da Seção de Tiro da AMAN e o da Base Logística de Brigada na região da Fazenda Boa Esperança. Devido à relativa imobilidade dos meios, foi instalado um único ramo de maior alcance, sendo complementado por dois enlaces de acesso ao mesmo. Nesse exercício foram empregados um par de equipamentos Motorola PTP 49600 e dois pares de equipamentos Ubiquiti AirGrid M5 AG-HP-5G23 para mobilizar toda a rede de dados ponto a ponto (AMAN, 2016b).

Coroando o ano de instrução, foi desenvolvida a Manobra Escolar, que ocorreu no período de 7 a 18 de outubro. Tal como nos outros exercícios anteriores, foram mobilados dois postos de comando, sendo o principal na região da Seção de Tiro da AMAN e o da Base Logística de Brigada na região da Fazenda Boa Esperança, além de diversas outras posições em apoio aos demais elementos empregados. A malha principal da rede foi montada utilizando-se de 6 pares de equipamento Motorola PTP 49600 (alguns fornecidos por outras organizações militares em apoio ao curso), que se constituíam nos ramos de maior alcance da mesma. De maneira complementar, para fornecer acesso aos elementos apoiados, foram instalados 2 pares de equipamento Ubiquiti AirGrid M5 AG-HP-5G23, 1 par de equipamento Ubiquiti NanoBeam NBE-M5-400 e 1 par de equipamento Ubiquiti NanoStation M NSM5 (AMAN, 2016c).

5 RESULTADOS DA PESQUISA

A coleta de dados foi realizada junto aos integrantes do C Com da AMAN e as informações obtidas foram tabuladas e quantizadas, visando facilitar o entendimento. Primeiramente, buscou-se averiguar o nível de conhecimento da amostra em relação aos equipamentos de enlaces de dados ponto a ponto por ondas terrestres em linha de visada na faixa de micro-ondas existentes no referido curso. Os resultados obtidos estão apresentados no gráfico 1, a seguir.



GRÁFICO 1 - Nível de conhecimento dos equipamentos pelos integrantes da amostra
Fonte: Elaborado pelo autor.

Da análise do gráfico percebe-se que, no subconjunto dos instrutores e monitores, 90,9% dos pesquisados já trabalhou ou teve contato direto com esse tipo de equipamento, percentual que sobe para 98,1% quando considerado o subconjunto dos cadetes. Esse fato demonstra que as respostas coletadas foram obtidas tomando-se por base um grupo de militares que, em sua maioria, possuía conhecimento técnico e experiência operacional na utilização desses meios. A partir desse ponto, iniciou-se a análise dos dados visando responder às questões de estudo elaboradas para este trabalho, e os resultados estão apresentados a seguir.

5.1 PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS NO EMPREGO DESSES MEIOS

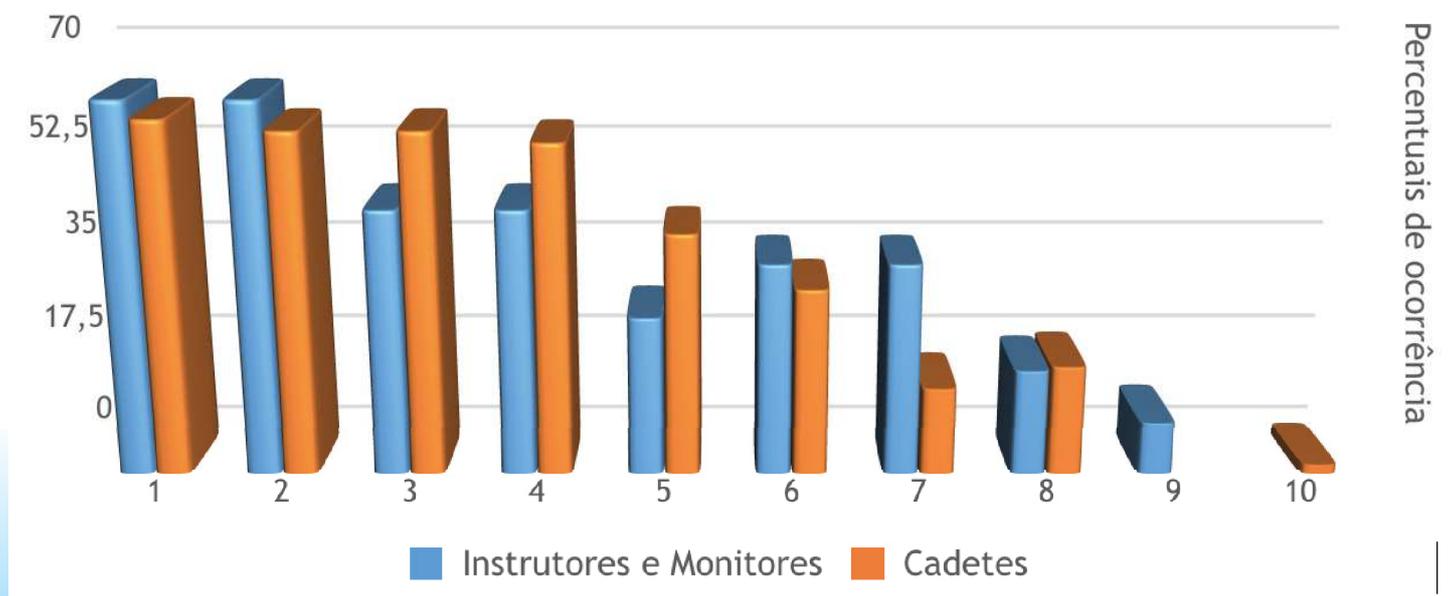
Nesta etapa da pesquisa, cada militar pesquisado selecionou de uma grade de opções pré-definidas, aquelas que melhor representa-



vam suas experiências nas operações realizadas pelo C Com da AMAN no ano de 2016. A verificação das dificuldades enfrentadas assumiu grande importância na elaboração da proposta de instrução para as IComElt, objetivo geral deste estudo, pois o modelo de documento con-

feccionado deveria solucionar ou minimizar, pelo menos em sua maioria, as complicações elencadas pelos pesquisados. As respostas obtidas foram organizadas em ordem decrescente de ocorrência e os resultados estão representados no gráfico 2, a seguir.

GRÁFICO 2 - Principais dificuldades enfrentadas na utilização dos equipamentos



Legenda

- | | |
|---|---|
| 1- Configuração dos equipamentos | 6- Problemas no dimensionamento de potência |
| 2- Instabilidade do alinhamento das antenas | 7-Desconhecimento do azimute |
| 3- Dificuldade no alinhamento | 8- Interferência de outros sistemas |
| 4 Desconhecimento dos IP dos equipamentos | 9- Nenhuma dificuldade |
| 5- Desconhecimento do ângulo de elevação | 10- Dependência das condições climáticas |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para facilitar a análise do gráfico, foi considerada em cada uma das dez opções representadas, a média aritmética simples dos percentuais obtidos entre o subconjunto dos instrutores e monitores e o subconjunto dos cadetes. De maneira geral, as respostas dos dois grupos de pesquisa apresentaram coerência entre si e os valores percentuais apresentados nos parágrafos seguintes, correspondem ao índice médio obtido conforme mencionado anteriormente.

Verificou-se que ambos os subconjuntos indicaram que a configuração dos equipamentos antes da partida para as operações constituía-se na maior das dificuldades enfrentadas, com

um índice de 62%. Nessa configuração, são selecionados diversos parâmetros técnicos para o funcionamento dos equipamentos. A existência de um documento que consolidasse todas essas informações, poderia diminuir o tempo gasto nesta etapa e reduzir o risco de conflito de configurações entre os equipamentos.

Aparecendo como segunda e terceira opções mais apontadas, respectivamente, a instabilidade no alinhamento das antenas (61,05%) e o alinhamento propriamente dito das mesmas (52%), podem estar associadas a fatores que independem de normatização, como por exemplo, fatores meteorológicos como a chuva. Conforme o Relatório da Manobra Escolar 2016 (AMAN,

2016c), choveu na maioria dos dias de operação no terreno, e como esses sistemas trabalham com ondas cujo comprimento é muito pequeno, as gotículas de água podem configurar-se em obstáculos intransponíveis para o sinal emitido. Além disso, em equipamentos mal instalados, o vento forte associado a uma grande distância de enlace, pode causar o desalinhamento das antenas, inviabilizando o enlace.

O conjunto da quarta (51,05%) até a oitava (18,55%) opção apontada, está intimamente ligado à instalação e gerenciamento dos meios, e pode ser bastante influenciado por uma instrução que regulamente o uso desses sistemas. Essas dificuldades poderiam ser muito reduzidas se todas as informações referentes às mesmas constassem em um documento que atuasse como uma tabela de referência no momento da instalação dos equipamentos.

A nona opção, que representa os militares que não tiveram dificuldade no emprego operacional desses meios, não obteve percentual significativo nos dois subconjuntos (apenas 4,55%). Da mesma forma, a última opção que aborda a dependência das condições climáticas, foi apresentada por apenas um cadete, a título de sugestão.

5.2 PARÂMETROS QUE DEVEM CONSTAR EM UMA INSTRUÇÃO DA IComEIt

QUADRO 5 - Grau de necessidade de os parâmetros constarem na instrução da IComEIt

Parâmetros		Imprescindível (%)		Recomendado (%)		Desnecessário (%)		Índice (%)
		Instr/ Mon	Cadetes	Instr/ Mon	Cadetes	Instr/ Mon	Cadetes	
1	Endereço IP	100	83	0	17	0	0	95,8
2	Azimute de apontamento	91	66	9,1	34	0	0	89,2
3	Posição	82	68	18	28	0	3,8	85,5
4	Frequência ou canal	82	55	18	36	0	9,4	79,4
5	Ângulo de elevação	64	43	36	45	0	11	71,1
6	Enlace	27	45	73	51	0	3,8	66,3
7	Diagrama esquemática	36	45	64	42	0	13	63,8

Para o levantamento dos parâmetros que deveriam constar do modelo de instrução para as IComEIt proposto por este trabalho, foi solicitado aos pesquisados que, tomando por base os conhecimentos e experiências obtidos nas operações militares do C Com da AMAN no ano de 2106, indicassem o nível de necessidade de cada informação constar no referido documento. Após isso, os dados foram organizados e foi elaborado um índice de referência para cada um dos parâmetros apresentados, composto pela seguinte equação:

$$\text{Índice (\%)} = \frac{2(\text{soma \% imprescindíveis}) + (\text{soma \% recomendados}) - (\text{soma \% desnecessários})}{4}$$

Esse índice buscou valorizar os indicadores do nível imprescindível (por isso foi utilizado o peso 2) e atribuiu mesma valoração aos níveis recomendado e desnecessário. Esse valor referencial foi utilizado como fator de decisão para selecionar quais opções, dentre as apresentadas, que deveriam ser utilizadas na elaboração do modelo de instrução. Dessa forma, adotou-se como ponto de corte o valor de índice percentual de 50%, logo parâmetros com índices acima desse valor foram incluídos no modelo e parâmetros com índices abaixo desse valor de referência, foram descartados. Os resultados obtidos, encontram-se representados no quadro 5, abaixo.



Parâmetros		Imprescindível (%)		Recomendável (%)		Desnecessário (%)		Índice (%)
		Instr/ Mon	Cadetes	Instr/ Mon	Cadetes	Instr/ Mon	Cadetes	
8	Tipo de equipamento	27	45	64	45	9,1	9,4	58,9
9	Potência de Transmissão	36	38	55	45	9,1	17	55,5
10	Largura de Banda	27	36	64	45	9,1	19	51,8
11	Grau de Prioridade	36	28	55	51	9,1	21	51,2
12	Distância do enlace	27	38	55	47	18	15	49,6

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando-se o quadro conforme os padrões propostos anteriormente, percebe-se que somente o parâmetro de número 12 (distância do enlace) foi descartado na elaboração do documento modelo. Percebe-se também um equilíbrio entre os tipos de parâmetros selecionados, com balanceamento entre as opções referentes à configuração e as opções referentes à instalação e gerenciamento dos meios.

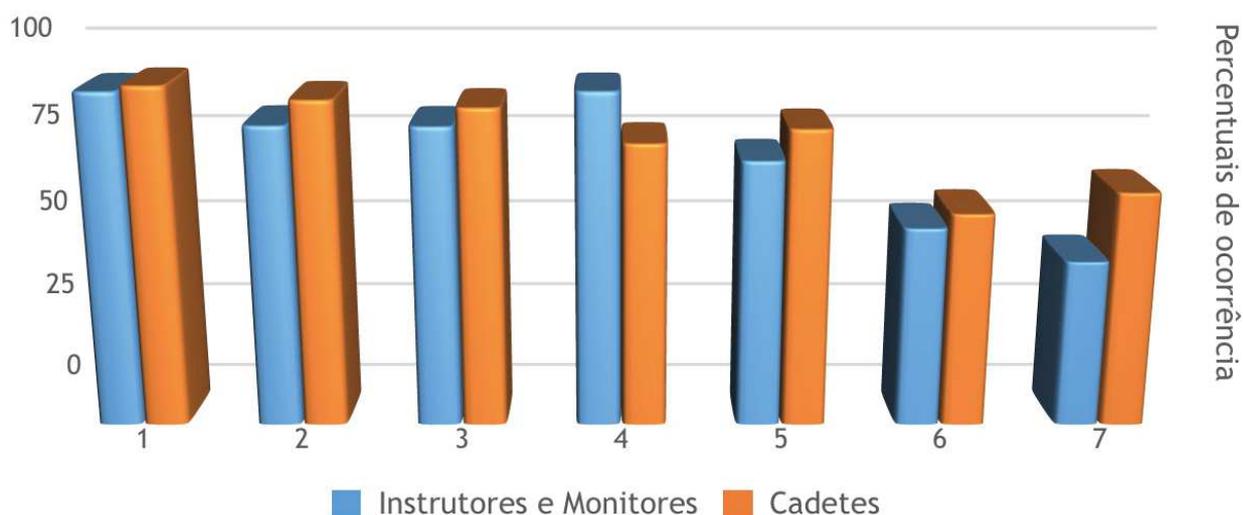
Nesse contexto, verificou-se que dos parâmetros que superaram o ponto de corte, cinco deles estão diretamente relacionados à configuração dos equipamentos, ou seja, são configurados diretamente nos equipamentos (especificamente as opções 1, 4, 6, 9 e 10), sendo a média de seus índices igual a 69,76%. Os outros seis restantes estão diretamente relacionados à instalação e gerenciamento dos equipamentos (especificamente as opções 2, 3, 5, 7, 8, 11) sendo

a média de seus índices igual a 69,95%.

5.3 FATORES DE ÊXITO PARA O EMPREGO DOS MEIOS

De modo complementar à padronização para emprego dos meios, este estudo buscou verificar quais os fatores que apesar de não documentados na instrução das IECOMElT elaborada, exercem grande influência na utilização eficiente dos equipamentos de enlaces de dados ponto a ponto por ondas terrestres em linha de visada na faixa de micro-ondas. Para isso foi solicitado que os pesquisados apontassem o grau de importância (variando de sem importância até muito importante) de cada um dos fatores de êxito previamente elencados. O gráfico 3 a seguir, apresenta os percentuais obtidos por cada uma das opções do questionário, somente para os graus muito importante e importante.

GRÁFICO 3 - Fatores de êxito relacionados ao emprego desses meios



LEGENDA

- 1 - Configuração dos meios antes da partida
- 2 - Reconhecimento das posições
- 3 - Conhecimento técnico dos instaladores
- 4 - Correta fixação dos equipamentos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a análise dos dados do gráfico acima, foi considerada a média aritmética simples dos percentuais obtidos entre o subconjunto dos instrutores e monitores e o subconjunto dos cadetes. Tomando por base a média de cada fator, organizou-se hierarquicamente cada um deles. De modo geral, as respostas dos dois subconjuntos da pesquisa apresentaram coerência entre si, com pouca divergência entre as opiniões.

Verificou-se que a configuração dos equipamentos antes da partida para as operações constituiu-se no fator de êxito mais importante elencado, com média de 91,65% de indicações. Esse fato demonstra que a realizar a configuração dos meios empregados após a partida para a operação é muito mais complicado e impede que eventuais erros sejam corrigidos em tempo hábil, o que eleva o tempo gasto para instalação do sistema.

O reconhecimento de cada posição onde serão instalados os meios (85,35%), o conhecimento técnico da equipe de instalação (84,25%) e a correta fixação dos equipamentos (84,15), obtiveram também expressivo percentual de apontamento, o que evidencia sua importância como fatores de decisão na hora do planejamento operacional do emprego desses meios. Esse fato reflete diretamente no quadro horário da operação, pois indica que um maior tempo deve ser reservado para as atividades de reconhecimento, além de influir na divisão das tarefas, pois indica que deve ser feita uma seleção criteriosa dos militares e do material envolvidos na instalação dos equipamentos.

O uso de softwares para predição dos enlaces que serão realizados (76,9%) também foi indicado como um fator importante para testar sumariamente o planejamento realizado, proporcionando uma economia de tempo que

- 5 - Uso de softwares de predição de enlaces
- 6 - Monitoramento da rede através de softwares
- 7 - Aterramento correto dos equipamentos

seria perdido se o planejamento precisasse ser refeito ao longo da operação. Por fim, as duas últimas opções, com respectivamente 56,55% e 54,85%, apesar de terem obtido um percentual expressivo, afastaram-se muito dos índices dos demais fatores, não sendo indicadas como fatores primordiais para o sucesso no emprego dos sistemas alvo deste estudo, nas condições propostas para o mesmo.

6 CONCLUSÃO

Essa pesquisa teve como objetivo geral verificar quais eram os parâmetros fundamentais necessários para normatizar o emprego dos sistemas de enlaces de dados ponto a ponto por ondas terrestres em linha de visada na faixa de micro-ondas, tomando-se por base as operações realizadas pelo C Com da AMAN no ano de 2016. Dessa forma, visou elaborar um modelo de instrução para as IComElt abordando os referidos sistemas, bem como evidenciar quais eram os fatores de êxito diretamente relacionados ao emprego dos mesmos.

Como resultado do estudo, verificou-se que a principal dificuldade enfrentada ao longo dos exercícios militares realizados pelo referido Curso, foi a configuração dos equipamentos antes da partida para as operações, seguida pela instabilidade no alinhamento das antenas. Percebeu-se dessa forma, que um documento que consolidasse todas as informações necessárias a respeito desses equipamentos bem como a adoção de ações que influenciassem diretamente no desempenho dos mesmos, contribuiria positivamente no sentido de garantir a máxima eficiência na utilização desses meios de comunicações em campanha.

De modo complementar, verificou-se



ainda como resultado do estudo, que o principal parâmetro apontado pelos pesquisados para constar na normatização confeccionada, foi o endereço IP dos equipamentos, seguido pelo azimute de apontamento das antenas e da posição (coordenadas) de instalação das mesmas. De modo análogo, observou-se também que o principal fator de êxito envolvendo o emprego desses meios foi a configuração realizada antes da partida para os exercícios de campanha, seguida pelo reconhecimento das posições de instalação dos equipamentos e do conhecimento técnico da equipe responsável por essa atividade.

Concluiu-se assim, que os parâmetros elencados para constarem no modelo de instrução para as IECOMELT estavam diretamente relacionados às principais dificuldades enfrentadas no emprego desses meios. Além disso, tais parâmetros se complementavam com os fatores de sucesso apontados como os mais importantes a serem considerados no planejamento do emprego desses sistemas.

Da mesma forma, concluiu-se que as questões de estudo foram respondidas de maneira satisfatória, permitindo que todas as informações necessárias para a elaboração da proposta de documento para as IECOMELT fossem reunidas e consolidadas, possibilitando assim, a escrituração da instrução específica apresentada no Anexo B a este trabalho.

Devido ao escopo delimitado para este estudo, somente foram analisados os equipamentos orgânicos do quadro de dotação de material do C Com da AMAN, empregados nas operações do referido curso pelos integrantes do mesmo. Entretanto, muitos outros equipamentos relacionados ao tema dessa pesquisa estão em uso nas diversas organizações militares do Exército Brasileiro. Recomenda-se dessa forma, que trabalhos futuros nessa linha de análise possam adotar um escopo diferenciado, abordando principalmente os equipamentos tipicamente militares, como as cabines do Módulo de Telemática Operacional (MTO) e as cabines do Sistema Tático de Comunicações (SisTaC), sistemas os

quais o C Com da AMAN não dispõe.

NORMATIZATION FOR TERRESTRIAL WAVES POINT TO POINT DATA LINK SYSTEMS ON THE MICRO-WAVES BAND

ABSTRACT

THIS STUDY PRESENTS AN ANALYSIS OF POINT-TO-POINT DATA LINK SYSTEMS BY TERRESTRIAL WAVES IN LINE OF SIGHT IN THE MICROWAVE RANGE. IT WAS SOUGHT THROUGH THIS ANALYSIS, TO VERIFY WHICH WERE THE PARAMETERS AND THE NECESSARY REQUIREMENTS TO ELABORATE AN INSTRUCTION FOR THE IECOMELT THAT REGULATES THE USE OF THESE SYSTEMS. FOR THIS, A CASE STUDY WAS CARRIED OUT, BASED ON AMAN'S C COM ENDOWMENT EQUIPMENT AND SCHOOL OPERATIONS CARRIED OUT IN 2016. A BIBLIOGRAPHIC SURVEY AND DATA COLLECTION WITHIN THE COURSE MEMBERS WERE CARRIED OUT, BESIDES THE RECORD OF OBSERVATIONS MADE DURING THOSE EXERCISES. AS RESULTS, IT WAS VERIFIED THAT THE MAIN DIFFICULTY FACED IN THE USE OF THESE SYSTEMS WAS THE CONFIGURATION JOB BEFORE THE BEGINNING OF THE MISSION, THAT THE MAIN PARAMETER WAS THE IP ADDRESS OF THE EQUIPMENT AND THAT THE MAIN FACTOR OF SUCCESS IN THE USE OF THESE SYSTEMS WAS THE PRE-OPERATION CONFIGURATION JOB. IT WAS CONCLUDED, THEREFORE, ABOUT THE INFORMATION THAT SHOULD BE INCLUDED IN THE INSTRUCTION AND WITH THIS, THE REGULATION DOCUMENT INCLUDED IN ANNEX B TO THIS WORK, WAS ELABORATED.

KEYWORDS: DATA TRANSMISSION. MICROWAVE. SIGNAL COURSE. REGULATIONS.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS. Relatório da Manobra Escolar 2010, Resende, 2010. 13 p.

_____. Relatório da Manobra Escolar 2016, Resende, 2016a. 25 p.

_____. Relatório da Operação Defensiva 2016, Resende, 2016b. 17 p.

_____. Relatório da Operação Ofensiva 2016, Resende, 2016c. 15 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Glossário de Termos da Anatel. [2012?]. Disponível em: <<http://>



www.anatel.gov.br/legislacao/glossario-anatel>. Acesso em: 10 mar. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6022: informação e documentação: artigo em publicação periódica científica impressa: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. Portaria Nº 517, de 26 de setembro de 2000. Define Ciências Militares, fixa sua abrangência e estabelece a finalidade de seu estudo. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 191, 3 out. 2000. Seção 1, p. 4.

_____. Estado-Maior do Exército. C 11-30: As Comunicações na Brigada. 2. ed. Brasília, DF, 1998.

_____. _____. C 24-16: Documentos de Comunicações. Brasília, DF, 1995b.

CARVALHO, Luiz Pinto de. Introdução a Sistemas de Telecomunicações: Abordagem Histórica. São Paulo: LTC - Grupo GEN, 2014.

FRENZEL JUNIOR, Louis E. Fundamentos de Comunicação Eletrônica - Linhas, Micro-ondas e Antenas. 3. ed. São Paulo: Mc Graw Hill Brasil, 256 p.

GOOGLE Earth for Windows 7. Version 7.1.8.3036 (32-bit). [S.l.] Google Inc, 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/ge/agree.html>>. Acesso em: 13 maio 2017.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos da metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MORAIS, Maria Carolina de. Discriminação de lateritas mineralizadas em ferro no depósito de N1 (Carajás-PA) por radar imageador: uma avaliação através de classificação textural. São José dos Campos: INPE, 1999.

MOTOROLA. Specification Sheet PTP 49600 - Motorola 4.9 GHz Point-to-Point Bridges. Schaumburg, 2008. 2 p.

OLIVEIRA. Hélio Magalhães de. Engenharia de Telecomunicações. 1. ed. Recife: HM, 2012, 673 p.

RIBEIRO, José Antônio Justino. Engenharia de Microondas - Fundamentos e Aplicações. São Paulo: Érica, 2008, 624 p.

SIMON, Haykin; MOHER, Michael. Sistemas de Comunicação. 5. ed. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora LTDA, 2010, 512 p.

UBIQUITI NETWORKS. AirGrid M Datasheet. San José,

2013a. 9 p.

_____. NanoBeam M Datasheet. San José, 2013b. 15 p.

_____. NanoStation M Datasheet. San José, [2011?]. 8 p.



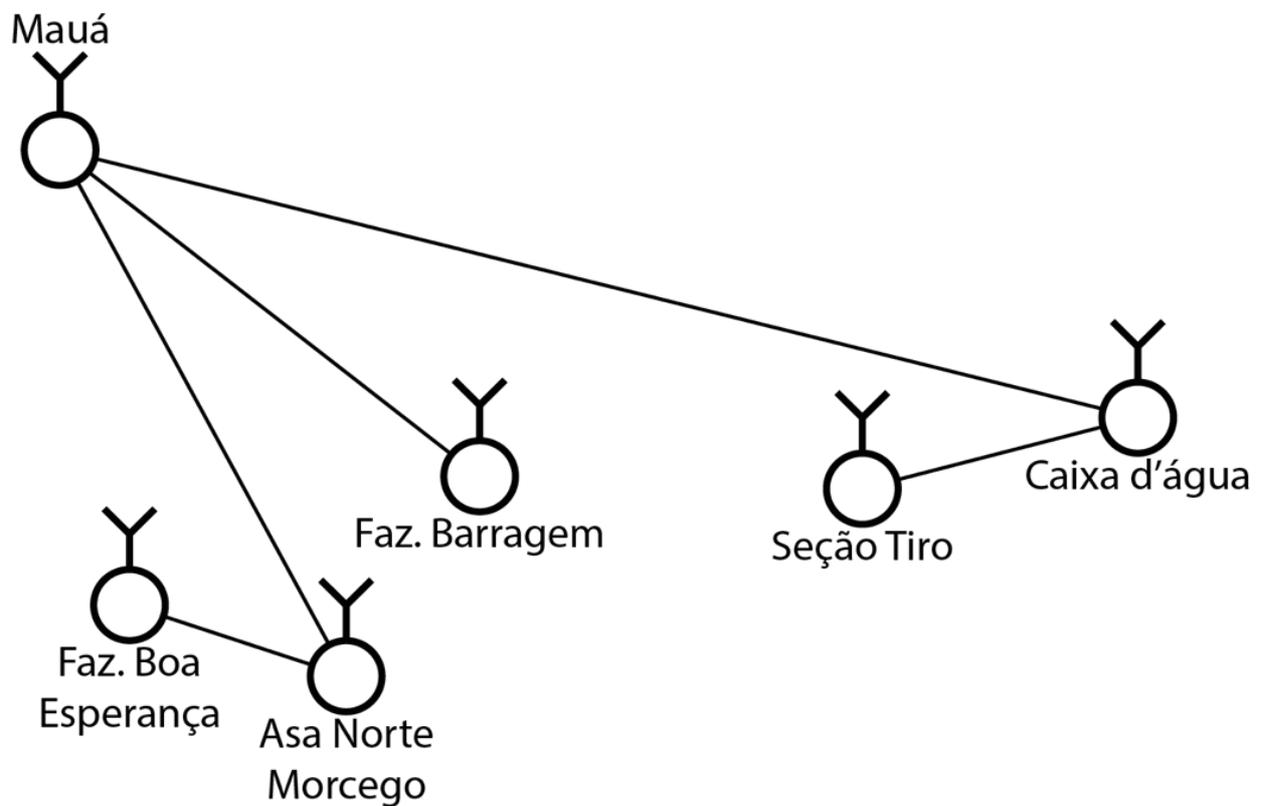
INSTRUÇÃO 20-4

SISTEMAS DE ENLACES DE DADOS PONTO A PONTO POR ONDAS TERRESTRES EM LINHA DE VISADA NA FAIXA DE MICRO-ONDAS

EXEMPLAR Nr 1
8ª Bda Inf Mtz
RESENDE
10 JUN 17
SED

Emvigor: 110000PJUN17

1. Diagrama esquemático da rede



2. Locais de instalação

Número	Local	Coordenadas	Altitude (m)	Tipo de Equipamento
1a	Seção de Tiro	22°26'30.43"S 44°27'23.26"O	411	Ubiquiti AirGrid M5 AG-HP-5G23
1b	Caixa d'Água	22°27'4.53"S 44°26'41.09"O	439	Ubiquiti AirGrid M5 AG-HP-5G23
2a	Caixa d'Água	22°27'4.53"S 44°26'41.09"O	439	Motorola PTP 600



Número	Local	Coordenadas	Altitude (m)	Tipo de Equipamento
2b	Mauá	22°27'4.53"S 44°26'41.09"O	1300	Motorola PTP 600
3a	Mauá	22°27'4.53"S 44°26'41.09"O	1300	Motorola PTP 600
3b	Faz Barragem	22°23'48.61"S 44°29'35.74"O	500	Motorola PTP 600
4a	Mauá	22°27'4.53"S 44°29'12.01"O	1300	Ubitiqui Namobeam NBE M5-400
4b	Asa Norte Morcego	22° 25'2.90"S 44°29'12.01"O	521	Ubitiqui Namobeam NBE M5-400
5a	Asa Norte Morcego	22°25'2.90"S 44°29'12.01"O	521	Ubitiqui Namobeam M NsM5
5b	Faz Boa Esperança	22°24'55.68"S 44°29'20.14"O	482	Ubitiqui Namobeam M NsM5

3. Quadro resumo de configurações

Nº	IP/Máscara	Enlace	Prio	Az (°)	Elv (°)	Frq. (GHz)/ Canal	Pot Tx (dBm)	Lrg Banda (MHz)
1a	192.168.10.1/24	Seção Tiro - Caixa d'Água	1	131	-5	5	17	5
1b	192.168.10.2/24			311	7	5	17	5
2a	192.168.10.3/24	Caixa d'Água-Mauá	1	324	-33	Auto	21	20
2b	192.168.10.4/24			144	31	Auto	21	20
3a	192.168.10.5/24	Mauá-Faz Barragem	1	147	25	3	23	20
3b	192.168.10.6/24			327	-21	3	23	20
4a	192.168.10.7/24	Mauá-Asa Norte Morcego	2	151	23	Auto	15	5
4b	192.168.10.8/24			331	-19	Auto	15	5
5a	192.168.10.9/24	Asa Norte Morcego-Faz Boa Esperança	2	313	-3	2	15	5
5b	192.168.10.10/24			133	2	2	15	5

Acuse estar Ciente

Cmt 8ª Bda Inf Mtz

Distribuição: P

Confere: _____

O Com Elt

