



CT (QCCA) Willian **Sathler** Lino Soares
williansat@hotmail.com

Aplicação de *software* de previsão de área de cobertura de sinais de radiofrequência em VHF no apoio ao planejamento da guerra eletrônica em operações do Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil



CT **Sathler** serve atualmente no Centro de Instrução Almirante Wandenkolk (CIAW), como Coordenador do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Guerra Eletrônica e professor militar. É engenheiro eletricista formado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), concluiu o Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Guerra Eletrônica em 2018 e atualmente cursa mestrado em engenharia de telecomunicações na Universidade Federal Fluminense (UFF). Serviu na Fragata Rademaker (F 49) como ajudante de divisão. Recentemente foi transferido do Quadro complementar para o Corpo da Armada.

Introdução

Os RCM (Reliability Centred Maintenance) são largamente utilizados em operações militares ao redor do mundo e desempenham papel fundamental no comando e controle das ações empregadas em combate. Contudo o uso desses rádios pode gerar resultados indesejáveis, pois o inimigo pode utilizar as emissões eletromagnéticas produzidas por tais equipamentos para obter informações de seu interesse, como a localização do rádio transmissor utilizando a técnica de triangulação (KUCUKOZYIGIT, 2006).

O CFN está sendo constantemente empregado para garantir a segurança pública nas comunidades da cidade do Rio de Janeiro e em missões de paz como a Missão das Nações Unidas para a estabilização do Haiti (MINUSTAH). Desta maneira é de fundamental importância realizar um PGE adequado para garantir a segurança dos militares envolvidos e o sucesso da operação.

O CFN não utiliza SPACSRF, para verificar a comunicação em determinado local envia equipes para realizar o reconhecimento por rádio. Assim, operações reais em locais com a presença de inimigos, os militares envolvidos nessa operação correm risco de vida. O uso dessa ferramenta pode ser uma alternativa a essa prática.

O artigo aborda a utilização de SPACSRF como ferramenta a ser empregada no Plano de Guerra Eletrônica. Tendo em vista que utilizando esse *software* se pode determinar a potência de

transmissão adequada a ser empregada, permitindo realizar o devido controle para que a área de cobertura do sinal rádio não atinja uma área maior que a necessária, dessa forma se pode diminuir a chance do inimigo obter a localização do rádio transmissor utilizando a técnica de triangulação.

Para realizar essa análise foi empregado o SPACSRF VE2DBE, em que se utilizou os parâmetros de RCM empregados pelo CFN para realizar as simulações, o único parâmetro que foi alterado nas simulações foi a potência de transmissão. Dessa forma se analisou a variação da área de cobertura com a potência de transmissão. Para observar a possibilidade de o inimigo obter a localização do rádio transmissor utilizando a técnica de triangulação, pontos foram inseridos nos resultados das simulações e foi possível notar que ao se utilizar elevada potência de transmissão a chance de o inimigo obter a localização aumenta.

As contribuições deste trabalho são: apresentação de SPACSRF como ferramenta de PGE em operações militares realizadas pelo CFN; e utilização de SPACSRF como alternativa ao reconhecimento rádio em situações que envolva risco à vida dos militares.

Objetivos

O objetivo deste artigo é analisar simulações de propagação de sinais de radiofrequência na faixa de VHF emitidos por RCM

empregados pelo CFN através do *software* VE2DBE, a fim de verificar a variação da cobertura do sinal transmitido com a variação da potência de transmissão utilizada pelo RCM.

Ao término, seremos capazes de verificar a utilidade de SPACSRF para realizar o controle da potência de transmissão para adequar a área de cobertura do sinal transmitido à necessidade de comunicação e constatar as vantagens que a utilização dessa ferramenta agrega ao PGE de operações militares envolvendo o CFN, como a diminuição da probabilidade do inimigo obter a localização do rádio transmissor através da técnica de triangulação.

Referencial Teórico

Localização de Fontes Emissoras

A triangulação é uma técnica empregada para obter uma aproximação da localização de fontes emissoras e usa dois ou mais Sistemas Receptores de Sinal (SRS) em diferentes localizações. Cada um desses SRS deve saber a Direção de Chegada (DC) do sinal de interesse e devem possuir uma referência angular, tipicamente o norte verdadeiro, (ADAMY, 2009). Como esquematizado pela Figura 1.

Tendo em vista que a obstrução do terreno ou alguma outra condição pode fazer com que dois SRS não possuam o sinal desejado, é prática comum utilizar três ou mais SRS. Como visto na Figura 1, os vetores DC dos SRS formam um triângulo. Idealmente, todos os vetores DC deveriam passar pela localização do emissor e o triângulo formado ser pequeno o suficiente para indicar a posição do emissor (ADAMY, 2009).

Figura 1: Geometria da triangulação.



Fonte: Adamy (2009, p. 188).

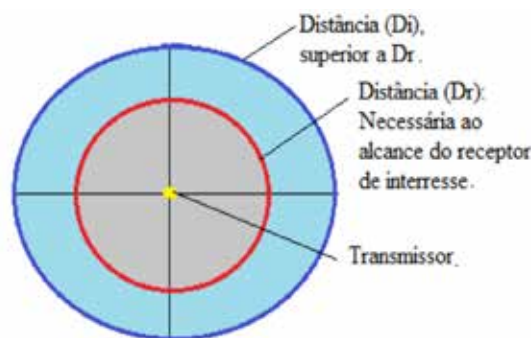
Os SRS devem normalmente se posicionar distante um do outro, suas localizações devem ser conhecidas e as informações coletadas dos vetores DC devem ser comunicadas para um centro único de análise para a informação da localização do emissor ser calculada (ADAMY, 2009).

Controle da Potência de Transmissão

O ponto chave para o controle da potência de transmissão é a localização dos Rádio Receptores de Interesse (RRI), quando essa informação é conhecida é importante utilizar somente a potência necessária.

A Figura 2 ilustra esse fato, “Dr” considerando a distância entre o transmissor e o RRI e “Di” uma distância superior a . Ao utilizar uma potência de transmissão maior, o sinal transmitido abrange uma área maior, no caso uma área azul. Porém utilizando uma potência de transmissão menor o sinal fica disponível em uma área menor, no caso a área cinza. Para aplicações militares, o sinal ficar disponível em uma área menor é algo desejável do ponto de vista da guerra eletrônica, pois diminui a chance do inimigo conseguir detectar o sinal.

Figura 2: Relação entre a potência de transmissão e a área de cobertura.



Fonte: O autor.

Pode-se concluir que caso se tenha a Dr localização dos RRI é importante controlar a potência de transmissão para que o sinal possua uma relação de sinal com ruído baixo em distâncias maiores que dificulte a interceptação do sinal por forças inimigas. Porém, caso não se tenha essa localização o controle da potência de transmissão irá depender da necessidade, sendo recomendado não transmitir com potências muito elevadas. Esse controle da potência de transmissão é uma Medida de Guerra Eletrônica (MGE), que se enquadra como Medida de Proteção Eletrônica (MPE), pois é uma ação para a proteção (BRASIL, 2017).

Predição da Área de Cobertura e o *Software* VE2DBE

Segundo George (1982) a propagação de rádio em um ambiente terrestre é um fenômeno cujas propriedades são difíceis de prever. Isto é particularmente verdadeiro em VHF, UHF, e SHF, onde a desordem de colinas, árvores e casas e a atmosfera em constante mudança fornecem obstáculos de dispersão com tamanhos da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda.

O *software* VE2DBE é uma ferramenta que permite realizar simulações da área de cobertura do sinal rádio, levando em conta o terreno (CONDÉ, 1988). A Figura 3 apresenta uma predição da área de cobertura gerada pelo VE2DBE, na região da Restinga da Marambaia - RJ, considerando uma antena omnidirecional, frequência de 52 MHz, tamanho da antena de 3,7 metros e potência de transmissão de 30 *Watts*. O sinal vermelho se refere a um sinal forte e o sinal azul se refere a um sinal de menor intensidade. A simulação é realizada sobre uma imagem de satélite sendo possível visualizar regiões montanhosas, regiões planas, áreas urbanas, rodovias vegetação intensa, praias e o mar.

O *software* VE2DBE usa informações sobre o terreno digital e um modelo matemático para simular as transmissões de rádio entre dois pontos fixos (link de rádio) ou entre um transmissor fixo e um móvel (cobertura de rádio). A informação digital do terreno compreende três bases de dados: elevação do solo, cobertura do solo e densidade populacional (CONDÉ, 1988). O *software* utiliza o modelo de propagação Longley-Rice (CONDÉ, 1988), que foi projetado para realizar a predição da cobertura para frequências na faixa de 20MHz a 20GHz e leva em consideração condições de relevo, clima e curvatura do solo (AMARAL, 2012).

Para realizar uma simulação no *software* VE2DBE é preciso definir os seguintes parâmetros: a localização geográfica, tamanho da antena, tipo da antena (Omnidirecional, Elipse, Cardio e Yagi), ganho da antena, frequência de operação e potência de transmissão. Os dados referentes aos parâmetros do ambiente e do sistema são sugeridos através de um banco de dados presente no *software*.

Figura 3: Predição da propagação do sinal de rádio pelo *software* VE2DBE.



Fonte: Elaborado pelo autor através do *software* VE2DBE.

Metodologia

O *software* de predição de área de cobertura de sinais de radiofrequência VE2DBE foi utilizado com o objetivo de simular as áreas de cobertura geradas com diferentes valores de potência de transmissão de rádios empregados pelo CFNMB. O objetivo das simulações é verificar a variação da área de cobertura com a potência de transmissão e analisar como essa variação da área de cobertura influencia a obtenção da localização da fonte emissora através da técnica de triangulação.

Foi realizada uma entrevista com três oficiais que servem no Batalhão de Comando e Controle (BtlCmndoCto) e que trabalham diretamente com os RCM, com propósito de verificar se o CFN utilizam *software* de predição de área de cobertura e identificar como a utilização dessa ferramenta pode melhorar o planejamento das operações militares realizado por essa força.

Com os resultados obtidos pela análise das simulações realizadas pelo SPACSRF VE3DBE e as informações obtidas pela entrevista aos oficiais foi possível chegar às considerações finais.

Resultados

A área escolhida para realizar as simulações foi a da Restinga da Marambaia, pois de acordo com a entrevista é uma área muito empregada pela MB para realizar exercícios militares.

Foi utilizado os parâmetros da antena empregada nos RCM, que possui tamanho de 3,7 metros e é o modelo utilizado nos RCM modelos PRC 950 e PRC980 que operam com até 50 *Watts* de potência de transmissão. A frequência adotada nas simulações foi de 52 MHz e para esse valor de frequência o ganho da antena é de -1,3 DBi. Esse modelo de RCM foi escolhido, pois foi indicado na entrevista como um dos modelos mais utilizados pelo CFN.

A primeira simulação de área de cobertura foi realizada adotando potência de transmissão de 5 *Watt*. O *software* VE2DBE gerou o resultado apresentado na Figura 4. Foram inseridos três pontos, que representam os SRS. Dessa maneira é possível notar que os SRS não obtiveram os vetores DC, não conseguindo obter a localização da fonte transmissora. Além disso, é possível notar que nas regiões montanhosas nos arredores da Restinga existe sinal de intensidade forte, que poderia ser um ponto estratégico para o inimigo posicionar os SRS.

Na Figura 5 é apresentado o resultado gerado pelo *software* VE2DBE para uma potência de transmissão de 50 *Watts*. É possível observar que com esse valor de potência é possível obter os vetores DC e conseguir a localização da fonte emissora através de triangulação com os SRS localizados nos mesmos pontos considerados na simulação com potência de transmissão de 5 *Watts*. Também é observado um aumento da área de cobertura do sinal de radiofrequência.

Figura 4: Simulação com frequência 52 MHz e potência de transmissão de 5W.



Fonte: O autor.

Figura 5: Simulação com frequência 52 MHz e potência de transmissão de 50 W.



Fonte: O autor.

Conclusão

Ao analisar as simulações para as potências de transmissão de 5W e 50 W foi possível constatar que aumentando a potência de transmissão aumenta-se a área em que o sinal fica disponível. Também se verifica que para regiões montanhosas ao entorno da Marambaia o sinal de rádio se encontra forte, desta forma é uma área que poderia ser utilizada pelo inimigo para posicionar seus SRS e obter a localização do rádio transmissor.

Os resultados obtidos das simulações mostram que o emprego de *software* de predição da área de cobertura pode ser utilizado para ajudar no planejamento de GE (Guerra Eletrônica) para que se possa definir os valores de potência de transmissão a ser utilizado nos RCM em uma operação militar. Com esse

controle é possível diminuir a probabilidade de que forças inimigas possam detectar o sinal transmitido, obter a localização do transmissor e realizar ataques aos militares envolvidos na operação através da obtenção da localização deles através da técnica de triangulação.

De acordo com a entrevista o CFNMB não utiliza SPACSRF e o emprego desse recurso tecnológico poderia contribuir para evitar que militares sejam enviados para a realização de testes de verificação de comunicação rádio evitando o risco de perda de vidas humanas em situações de conflito. Tendo em vista que os SPACSRF fornecem de maneira satisfatória a área de cobertura de sinais de radiofrequência emitidos pelos RCM, sendo uma boa alternativa ao envio de militares para realizar essa função.



Referências

ADAMY, D.L. **Tactical Battlefield Communications Electronic Warfare**. Boston: Artech House, 2009.

AMARAL, Cristiano Torres. **Uma Análise do Modelo de Propagação Longley – Rice sob a perspectiva de Ambientes Urbanos Localizados em Área de Clima Tropical**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

BRASIL. Ministério da Defesa, Marinha do Brasil, Estado Maior da Armada. **EMA-305: Doutrina Militar Naval**. Rio de Janeiro, RJ, 2017.

CONDÉ, R. **RADIO MOBILE ONLINE**. 1988. Disponível em: <http://www.ve2dbe.com/rmonline.html> . Acesso em: 16 de Abr. 2018

KUCUKOZYIGIT, A. C. **Electronic Warfare (EW) Historical Perspectives and its Relationship to Information Operations (IO) - Considerations for Turkey**. 2006. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas) - Naval Postgraduate School, California, 2006. Disponível em: < <https://calhoun.nps.edu/handle/10945/2642> >. Acesso em 18 Dez. 2017

SAARNISAARI, H. **Future Military Mobile Radio Communication Systems from Electronic Warfare Perspective**. IEEE Xplore, Oulu, 2017. Disponível em: < <http://ieeexplore.ieee.org/document/7956494/> >. Acesso em 17 Fev. 2018.

