

Sistemas de Inteligência Tática com Informações sobre o Espectro Eletromagnético em um Ambiente de Conflito

CC (FN) Augusto Fortuna Barbosa

Resumo: O conhecimento sobre a posição das Forças Inimigas é um fator determinante para a tomada de decisão. Com o desenvolvimento da tecnologia, as informações obtidas por elementos de reconhecimento, Veículos Aéreos Não Tripulados – VANT, fotografias aéreas, tropas em contato, entre outros, podem ser consolidadas e disponibilizadas permitindo uma visão global do posicionamento das tropas inimigas. Atualmente, Sistemas de Inteligência Tática são capazes de dispor, em uma carta digitalizada, as posições inimigas resultantes de um trabalho de análise das informações obtidas da exploração do espectro eletromagnético.

Sistemas desse tipo podem proporcionar um aumento considerável na rapidez e na precisão das ordens emitidas pelo Comando, permitindo a tomada e a manutenção da iniciativa das ações.

Palavras-chave: informações, sistemas de inteligência, emissões eletromagnéticas.

1. INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia tornou possível a utilização de sistemas capazes de receber informações, analisá-las e disseminá-las em um tempo desejável para a tomada de decisão e o controle da ação planejada. O conhecimento se tornou um fator de desequilíbrio do Teatro de Operações, e surge, então, a necessidade de ferramentas que possibilitem o acompanhamento da situação do combate.

Este artigo tem como objetivo demonstrar o emprego das informações extraídas do ambiente eletromagnético em situações de conflito, tornando possível inferir sobre o posicionamento das tropas inimigas, bem como visualizar sua intenção de manobra.

2. SISTEMAS DE INTELIGÊNCIA TÁTICA

A Atividade de Inteligência é aquela que tem por finalidade produzir e salvaguardar conhecimentos de interesse.

A partir do exame da definição, verifica-se que essa atividade desdobra-se em dois grandes ramos^[1]:

- **INTELIGÊNCIA** - objetivamente voltado para obtenção e análise de dados, informações, produção e difusão de conhecimentos, relativo a fatos e situações de imediata ou potencial influência sobre o processo decisório; e

- **CONTRA-INTELIGÊNCIA** - objetivamente voltado para prevenção, detecção, obstrução e neutralização da inteligência adversa e das ações de qualquer natureza que constituam ameaça à salvaguarda de dados, informações, conhecimentos, materiais e valores de interesse, bem como das áreas e dos meios que os retenham ou em que transitem.

Baseado no primeiro ramo da Atividade de Inteligência, é possível perceber que informações sobre o inimigo, sobre as condições de relevo, sobre as condições meteorológicas e sobre outros aspectos relevantes são fatores de decisão para a escolha de uma determinada linha de ação. Pode ser possível ainda chegar-se à conclusão de que o conhecimento das ações do inimigo tem uma contribuição significativa na atividade de inteligência. Em épocas não muito distantes, esse tipo de conhecimento limitava-se ao tipo de ameaça. Essa abordagem,

atualmente, concentra-se na missão a ser cumprida.

Neste tipo de enfoque, o comando exerce um papel de fundamental importância, devido ao fato de possuir a capacidade de priorizar, determinar os meios necessários e orientar a busca conforme a missão recebida. Para atender às necessidades de processamento de informações (isso inclui a busca, a análise e a disseminação) em tempo hábil para uma tomada de decisão que torne possível a obtenção de uma vantagem tática, são necessários a reunião de meios e o desenvolvimento de processos de inteligência. Maravilhas da tecnologia atual permitem o gerenciamento de sensores^[2] de modo eficaz, o que tem reduzido o tempo de análise e disseminação das informações.

Sistemas de inteligência tática têm sido projetados para realizar essa gerência e podem ser definidos como um conjunto de equipamentos e processos orientados para a busca do conhecimento sobre a posição, a intenção de ação do inimigo, a análise dessas informações e sua conseqüente e seletiva disseminação.

Atualmente, terminais com sistema de posicionamento global – GPS – permitem que cada usuário (no caso, peça de manobra) mantenha sua posição atualizada em um terminal central, dependendo do escalão e da missão a ser cumprida. Um sistema de inteligência focado nas ações do inimigo – Sistema de Inteligência Tática (SIT) – deve ser capaz de disponibilizar informações acerca da posição do inimigo em tempo real ou próximo do real.

Devido às circunstâncias óbvias de uma batalha, só é possível ser obtido esse tipo de informação pelas seguintes maneiras:

- elementos de reconhecimento;
- informações recolhidas em tempo de paz por adidos, público local, nacionais residentes no local, elementos infiltrados, simpatizantes, revistas e jornais locais, etc;
- imagens de satélites;
- aeronaves, tripuladas ou não;
- análise do espectro eletromagnético;
- tropa em contato;
- elementos avançados diversos; e
- fontes oportunas diversas.

Este artigo se restringe a uma análise superficial de um SIT que forneça informações baseadas na análise do espectro eletromagnético, independente da doutrina de emprego ou da determinação da dotação necessária baseada em escalão, missão, efetivo, ameaça ou qualquer discriminante.

Considerando a fase de planejamento como uma configuração desse sistema, e a fase de análise das informações como um trabalho de um elemento do Estado-Maior, as demais fases – obtenção de informações e coleta de dados, e disseminação – devem ser realizadas por esse sistema, com interferência do operador ou não.

De posse do conhecimento a respeito das Inteligências Operacional e Tática, é necessário definir o objetivo do desenvolvimento ou a aquisição de um sistema de inteligência baseado em informações do espectro eletromagnético. A seguir, será apresentado o que é esperado de um ambiente saturado de emissões, para que seja possível explorar suas características e facilitar o trabalho de Inteligência.

3. O AMBIENTE ELETROMAGNÉTICO NO ESPAÇO DE BATALHA

A Guerra Eletrônica engloba as atividades de busca, monitoração, interceptação, localização e interferência. Para evitar uma abordagem mais profunda dessas atividades, faz-se necessária uma introdução a respeito da atividade de localização, que pressupõe a utilização de mais de um sistema desse tipo em diferentes posições no terreno. Semelhantemente ao *Global Positioning System* – GPS, porém em duas dimensões apenas (no caso, para tropas em terra), o cruzamento de linhas de origem do sinal – *direction finding* (DF) – possibilita a localização do transmissor inimigo.

3.1. O AMBIENTE ELETROMAGNÉTICO

Primeiramente, é necessário saber o que esperar de um ambiente eletromagnético saturado de emissões. As ações de busca, a localização e a monitoração devem ser direcionadas para o tipo de equipamento utilizado pelas tropas inimigas, observando-se o padrão de emissão, o tipo de modulação, a frequência, etc. Técnicas de modulação ou codificação empregadas pelo inimigo vêm a ser fatores condicionantes para o sucesso de uma ação de monitoração, interferência, ou mesmo de localização. Atividades realizadas em tempos de paz, como monitoração do espectro eletromagnético, o acompanhamento das novas tecnologias empregadas e o trabalho de representantes nacionais em outros países, como adidos ou militares em missões diversas, contribuem significativamente para a elaboração e a atualização de um banco de dados.

Para estudar a tecnologia empregada atualmente, uma abordagem sistêmica dos tipos de equipamentos e técnicas utilizados por outros países pode facilitar no momento da configuração do subsistema a ser utilizado. Em seguida, serão apresentados alguns tipos de equipamentos utilizados e que podem vir a ser alvos de ações de Guerra Eletrônica.

3.1.1. Equipamentos de comunicações

Para manter o controle das ações, as comunicações devem ser empregadas seguindo requisitos básicos de confiança, flexibilidade, rapidez e segurança. A rapidez já é limitada pela velocidade da luz, obtendo seu maior grau de aplicabilidade. O requisito da confiança, que pressupõe a certeza de entrega, é atendido por algoritmos de certificação de entrega do pacote de comunicações. A flexibilidade diz respeito ao emprego de meios ou canais alternativos. O principal aspecto a ser estudado nesse item se refere à segurança.

Um equipamento rádio (ou qualquer outro equipamento de comunicações que se utilize do espectro eletromagnético) deve possuir técnicas de modulação e criptografia. Por criptografia entenda-se que seja tanto do conteúdo quanto do método de transmissão.

Outro aspecto a ser levado em consideração é a faixa de frequência a ser empregada. As frequências de comunicações para uso militar se limitam às faixas de HF, VHF e UHF. Outros serviços impedem a utilização de faixas de frequências diferentes.

3.1.1.1. Modulação

A tecnologia atual emprega a modulação digital; porém, as técnicas de modulação analógica AM SSB e FM ainda são utilizadas. A modulação analógica não é difícil de ser interceptada e analisada, desde que não seja empregada uma técnica que altere as características da portadora; entretanto, a modulação digital emprega uma técnica de codificação que dificulta – na maioria das vezes impede – a interceptação da transmissão, e a análise se torna impraticável.

3.1.1.2. Transmissão

A vulnerabilidade maior de uma transmissão está justa-

mente no seu meio de propagação. De qualquer maneira, o sinal deverá trafegar no espaço contendo a informação. A modulação – analógica ou digital – pressupõe uma portadora numa determinada frequência. A técnica de salto de frequência tornou praticamente impossível a interceptação da transmissão, uma vez que a mensagem é transmitida por uma portadora cuja frequência se altera de maneira aleatória.

Teoricamente, seria suficiente saber o algoritmo de mudança de frequência para que fosse possível utilizar a mesma sequência de frequências utilizadas como portadora. Contudo, alguns analisadores são capazes de mostrar na mesma tela diversas frequências simultaneamente. Um transmissor que emprega um algoritmo de salto de frequência ainda é vulnerável à sua detecção, e isso pode influenciar na localização do transmissor. Com um pouco de experiência, o operador é capaz de perceber que a origem de diversos sinais é a mesma. Logicamente, os diversos sinais mostrados na tela não são contínuos, e esse modo de localização pode demandar um tempo maior, mas o nível de treinamento do operador e o grau de tecnologia do receptor (que pode ser capaz de determinar a DF durante a monitoração) podem fazer a diferença na discriminação dos sinais recebidos.

Outra técnica utilizada que dificulta a interceptação é a própria modulação digital. Uma vez que o sinal é transformado em *bits*, a transmissão é realizada por sequências de pulsos. Isso diminui o período de transmissão; logo, diminui também o tempo de vulnerabilidade.

3.1.2. Radares de busca aérea e de direção de tiro

Tais radares não são considerados como alvo principal da Guerra Eletrônica de Forças Terrestres, mas sinais desse tipo podem ser adquiridos pelos sensores de um Sistema de Inteligência Tática e, dependendo da proximidade do transmissor, deverão ser processados, e a informação fará parte de uma carta de situação do inimigo.

A faixa de frequência desses sistemas está entre 3 GHz e 10 GHz.

3.1.3. Sistemas-satélite

Comunicações satélite são uma realidade atualmente, dependendo do país beligerante. Sinais nessa faixa de frequência podem vir a ser adquiridos e, muito embora não seja relevante a sua origem, outros parâmetros podem vir a ser analisados e outros tipos de informações serão processados, muito embora a faixa de frequência de operação – bandas C e Ku (3,6 a 14,5 GHz) – desse sistema requeira a dedicação de um receptor que opere nessa faixa, semelhantemente aos radares de busca aérea e de direção de tiro.

3.1.4. Radares de vigilância terrestre

Radares desse tipo utilizam transmissores pulsados e tipos de varredura que, nesse caso, são setoriais. Isso facilita a interceptação. Uma vez recebido o sinal, é possível analisá-lo e obter os parâmetros necessários, que serão utilizados para medidas de ataque e proteção eletrônica (MAE e MPE). A frequência utilizada por esses radares está entre 8 e 20 GHz.



Radares de vigilância terrestre

3.1.5. Telêmetros laser

Esse tipo de equipamento se utiliza do espectro eletromagnético na faixa do óptico. Devido à sua direcionalidade, emissões desse tipo tornam-se quase impossíveis de percepção. Unidades de reconhecimento devem se aproximar o suficiente para a obtenção de informações acerca de instalações e posições de sentinelas. A tecnologia atual não torna possível a detecção de emissões desse tipo de equipamento.

3.2. BIBLIOTECA DE DADOS

Sejam quais forem as técnicas utilizadas pelo inimigo, é importante o conhecimento prévio tanto quanto possível de todas as emissões. Sensores e equipamentos diversos devem realizar uma busca constante, na guerra ou na paz, como uma maneira de se manter atualizado quanto à tecnologia disponível. Alguns sistemas e sensores^[3] devem ser utilizados, conforme suas peculiaridades a serem exploradas:

a) Radar Warning Receiver (RWR)

Utilizados na detecção do radar inimigo antes que este possa fornecer informações aos sistemas de armas associados.

Esses tipos de receptores se caracterizam pelo baixo custo, pela simplicidade e pela velocidade de análise dos parâmetros coletados. Devem possuir uma biblioteca com informações sobre frequência, largura de pulso, intervalo de repetição de pulso e outros dados sobre os radares inimigos. Normalmente, são instalados em aeronaves para reconhecimento de radares de vigilância ou de direção de tiro, mas podem ser utilizados por estações terrestres, objetos deste trabalho. A finalidade desse tipo de receptor em campanhas terrestres se restringe à detecção de radares de vigilância terrestre.

b) Receptores de Sistemas de Inteligência Eletrônica (ELINT)

O propósito desse tipo de equipamento é principalmente estratégico, mas também pode ser considerado como tático. Em tempos de paz, a detecção de novas emissões, ou a operação em uma nova banda de frequência dá origem ao desenvolvimento de novas tecnologias para a análise ou o bloqueio da nova ameaça.

Um ELINT deve ser capaz de medir os parâmetros com a maior confiança possível, não importando o tempo gasto no processo. Na verdade, em um enfoque estratégico, um ELINT deve estar concentrado nas informações acerca das possibilidades do inimigo no alcance do radar (identificando o tipo e o funcionamento de seus sistemas, número e tamanho dos seus radares, tipo de operação, etc.). Para uma análise tática, deve ser capaz de tecer considerações sobre a intenção de manobra do inimigo.

c) Inteligência de Comunicações – COMINT

A função de um equipamento de interceptação de comunicações é apoiar operações militares com a capacidade de:

- explorar as comunicações inimigas para obter informações sobre seu conteúdo, que indiquem atividades como a preparação para um ataque, o movimento de viaturas, e, se possível, intenções de movimento;
- localizar as estações de comunicações; e
- utilizar interferidores.

Sistemas de Guerra Eletrônica devem ser capazes de varrer toda a faixa do espectro utilizada para as comunicações, de ELF até UHF. Dependendo da faixa de frequência a ser varrida, as características de cada tipo de

sensor variam consideravelmente.

Devido a isso, diferentes tipos de receptores e de antenas são utilizados, e as técnicas de localização podem variar desde uma plataforma embarcada em uma aeronave até estações terrestres posicionadas no terreno.

Outros aspectos também são importantes na análise do tráfego de mensagens:

- intensidade do sinal;
- tempo de uma emissão; e
- determinação da rede, entre outras.

As principais funções de um Sistema de Guerra Eletrônica são:

- varredura contínua da faixa;
- varredura discreta da faixa;
- varredura combinada;
- coordenadas de posição das estações transmissoras; e
- determinação das operações de guerra eletrônica (medidas de ataque eletrônico – MAE).

d) Sensores Magnéticos

Os sensores magnéticos operam estabelecendo um campo eletromagnético que sofre alteração quando nele é introduzido um objeto de metal. Seu alcance de detecção depende do tamanho do campo gerado. É utilizado em conjunto com o sensor sísmico, podendo confirmar se a origem de vibrações é de causa natural ou artificial.

Agora, a partir da modelagem de um ambiente eletromagnético saturado esperado, é possível analisar as características desejadas de um SIT, por meio de uma abordagem sistêmica, e estabelecer os requisitos operacionais para seu desenvolvimento ou sua aquisição.

4. SISTEMA DE INTELIGÊNCIA TÁTICO PROPOSTO

SIT devem ser desenvolvidos conforme o estabelecimento de requisitos operacionais. O diagrama de blocos abaixo simplifica a interligação entre subsistemas, reduzindo-os de acordo com a funcionalidade:

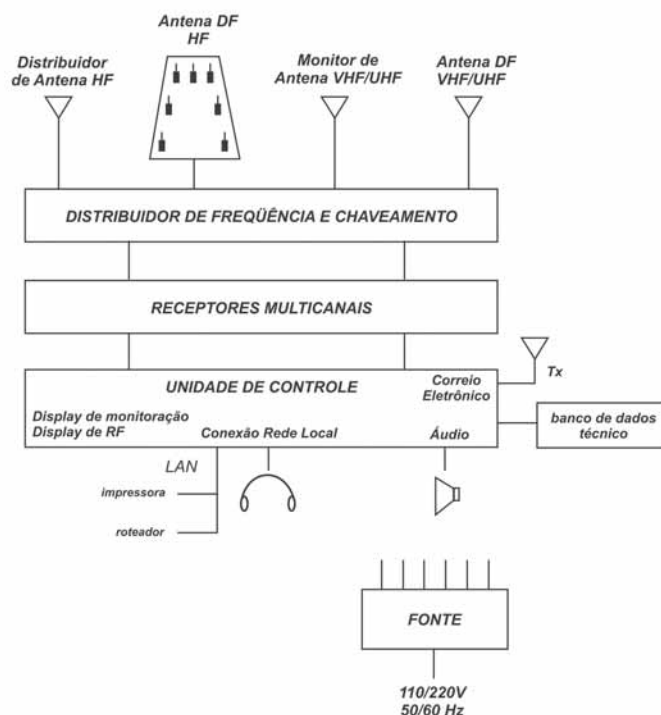
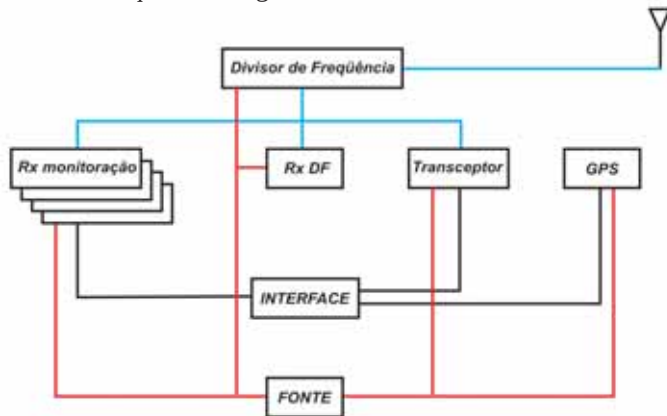


Diagrama de blocos de um Sistema de Inteligência Tático – SIT

Um sistema com essa configuração não está disponível atualmente, mas o Exército Brasileiro tem realizado pesquisas para a sua concretização, já possuindo um protótipo para fins de instrução. Por esse motivo, é aconselhável a disposição de seus equipamentos em uma estrutura modular, com os equipamentos corretos, interligados de forma a não danificar os circuitos ou de forma a obter os melhores resultados, e antenas dimensionadas e empregadas de acordo com o objetivo estabelecido, para explorar ao máximo suas características.

Observado o diagrama de blocos anterior, é possível visualizar uma organização do sistema por módulos, conforme o esquema a seguir:



Esquema de um SIT genérico (por equipamentos)

As considerações a respeito de sua estrutura devem ser observadas e seguidas conforme as características técnicas de cada equipamento.

Isso posto, a sugestão de estruturação de um sistema genérico, neste artigo, não vai fazer referência a um subsistema que não esteja relacionado com o espectro eletromagnético. E, ainda, conhecendo-se a proposta do sistema idealizado de acordo com o esquema da figura acima, já pode ser visualizada a elaboração de uma proposta de equipamentos com possibilidade de compor cada subsistema com mais propriedade.

5. CONCLUSÕES

Um Sistema de Inteligência Tática torna possível a redução do tempo disponível para a tomada de decisão na ação de Comando e Controle, fornecendo as informações a respeito do posicionamento das tropas inimigas. Concomitantemente, a exploração do espectro eletromagnético é influenciada pelo desenvolvimento tecnológico, tanto negativamente – possibilitando a aplicação de novas técnicas pelo lado inimigo – quanto positivamente – criando novos tipos de análises com equipamentos melhores.

A configuração proposta para um sistema desse tipo não propõe uma solução completa. O espectro eletromagnético em um espaço de batalha é saturado de emissões, e o Elemento de Guerra Eletrônica deve ser capaz de extrair o máximo de informações dos sinais de interesse, garantindo, ao Comando, uma vantagem em todos os níveis – tático, operacional e estratégico.

A análise desses sinais produz informações em dois níveis distintos:

- o primeiro nível de análise, de equipamentos, dá-se

pela obtenção dos parâmetros do sinal, como frequência, largura de pulso, tipo de modulação, etc., tornando possível a identificação do equipamento transmissor. Isso se dá pela comparação desses valores com outros constantes em um banco de dados; e - o segundo nível, de comunicações, procura observar uma semelhança no padrão das emissões e avalia o conteúdo. A combinação das informações obtidas desses sinais, por meio de um sistema especialista ou pela experiência de um analista, forma uma matriz que possibilita ao analista concluir sobre posições de tropas inimigas, estrutura da rede de comunicações inimiga, dimensão da tropa, etc.

Logicamente, é natural que haja uma continuidade na observação das deficiências a serem corrigidas e na melhoria do desempenho do sistema. Em princípio, é possível visualizar algumas sugestões de desenvolvimento, com base na breve análise do parágrafo anterior:

a) diminuição do número de antenas a serem utilizadas, observando-se o acúmulo de subsistemas conectados e diminuindo a ocorrência de interferência e a sobrecarga de um equipamento, além de reduzir a potencialidade da utilização como alvo;

b) desenvolvimento ou criação de um *hardware* capaz de aumentar o número de canais a serem analisados, relativamente ao número de receptores de monitoração. Uma análise sobre a possibilidade de incremento do número de canais por *software* pode facilitar a operação e reduzir os custos;

c) estudo sobre a recepção de sinais digitais - uma análise sobre decodificação e criptografia pode fomentar o desenvolvimento de tecnologia própria;

d) emprego de uma plataforma de código livre ou próprio para o desenvolvimento do *software* utilizado como interface para o operador;

e) proposta para desenvolvimento e fabricação nacionais, objetivando a independência tecnológica necessária à manutenção da nossa soberania;

f) acréscimo de sensores ópticos ou de outra faixa do espectro, com extensão gráfica; e

g) desenvolvimento de um sistema especialista para a análise dos sinais.

Sugestões não faltam e, tampouco, as possibilidades desse tipo de sistema. Idéias afins são necessárias para o desenvolvimento tecnológico. A tendência de alteração no cenário de batalha exige a exploração desse vetor tanto na defesa quanto em operações de ataque. O aprofundamento desse estudo pode vir a diminuir a diferença de tecnologia nesta área que nos separa dos países mais desenvolvidos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **Manual de Comando e Controle nos Grupamento Operativos de Fuzileiros Navais**, Marinha do Brasil, 2005.
- [2] Xiong, N. e Svensson, P. **Multi-sensor Management for Information Fusion: issues and approaches**. Artigo publicado na Revista *Information Fusion*, Ed. Elsevier. Stocolmo, Suécia, 2002
- [3] Neri, Felippo. **Introduction to Electronic Defense Systems**. ed. Boston: Artech House, 2ª ed, 2001.