



UMA INTRODUÇÃO ÀS INFORMAÇÕES ELETRÔNICAS

Humberto José Corrêa de Oliveira

Há quase duas décadas, o autor pesquisa e escreve sobre assuntos ligados à Guerra Eletrônica (GE), com a finalidade de contribuir, conscientizar e agitar os leitores militares e civis sobre a evidente importância crescente do tema, considerando as peculiaridades do moderno campo de batalha e do rápido desenvolvimento, sem precedentes, das atividades técnicas e científicas que a eletrônica propicia para a Arte da Guerra.

Nesta nova contribuição, ele comenta aspectos que julga importantes, abrindo uma introdução a um campo cujos dados são muito restritos, envolvendo a produção das informações eletrônicas (Info El).

COMENTÁRIOS INICIAIS

De acordo com o que é adotado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (EUA), a GE, cuja ilustração simplificada nos

mostra a Figura 1, compreende três divisões: medidas de apoio eletrônico (MAE); contramedidas eletrônicas (CME); e contra contramedidas eletrônicas (CCME).

O "livre emprego do espectro eletromagnético" é a definição mais simples que se pode dar à GE.

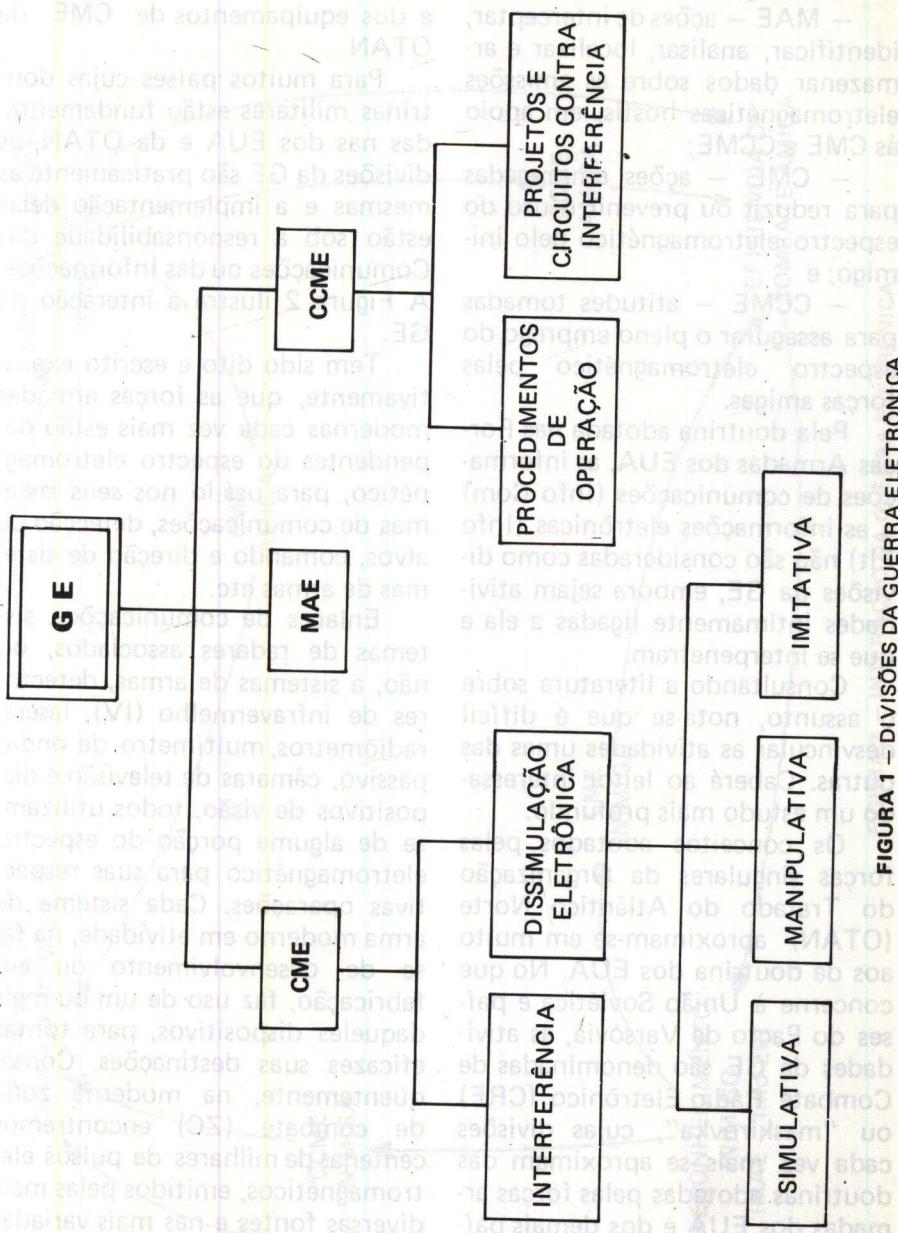


FIGURA 1 – DIVISÕES DA GUERRA ELETRÔNICA

É possível conceituar suas três divisões da seguinte forma:

— MAE — ações de interceptar, identificar, analisar, localizar e armazenar dados sobre as emissões eletromagnéticas hostis, em apoio às CME e CCME;

— CME — ações empregadas para reduzir ou prevenir o uso do espectro eletromagnético pelo inimigo; e

— CCME — atitudes tomadas para assegurar o pleno emprego do espectro eletromagnético pelas forças amigas.

Pela doutrina adotada nas Forças Armadas dos EUA, as informações de comunicações (Info Com) e as informações eletrônicas (Info Elt) não são consideradas como divisões da GE, embora sejam atividades intimamente ligadas a ela e que se interpenetram.

Consultando a literatura sobre o assunto, nota-se que é difícil desvincular as atividades umas das outras. Caberá ao leitor interessado um estudo mais profundo.

Os conceitos adotados pelas forças singulares da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) aproximam-se em muito aos da doutrina dos EUA. No que concerne à União Soviética e países do Pacto de Varsóvia, as atividades da GE são denominadas de Combate Rádio Eletrônico (CRE) ou "maskirovka", cujas divisões cada vez mais se aproximam das doutrinas adotadas pelas forças armadas dos EUA e dos demais países da OTAN. Para os soviéticos e

seus aliados, o CRE dá maior realce a destruição física dos emissores e dos equipamentos de CME da OTAN.

Para muitos países cujas doutrinas militares estão fundamentadas nas dos EUA e da OTAN, as divisões da GE são praticamente as mesmas e a implementação delas estão sob a responsabilidade das Comunicações ou das Informações. A Figura 2 ilustra a interação da GE.

Tem sido dito e escrito exaustivamente, que as forças armadas modernas cada vez mais estão dependentes do espectro eletromagnético, para usá-lo nos seus sistemas de comunicações, detecção de alvos, comando e direção de sistemas de armas etc.

Enlaces de comunicações, sistemas de radares associados, ou não, a sistemas de armas, detectores de infravermelho (IV), lasers, radiômetros, multímetro de ondas passivo, câmaras de televisão e dispositivos de visão, todos utilizam-se de alguma porção do espectro eletromagnético para suas respectivas operações. Cada sistema de arma moderno em atividade, na fase de desenvolvimento ou em fabricação, faz uso de um ou mais daqueles dispositivos, para tornar eficazes suas destinações. Consequentemente, na moderna zona de combate (ZC) encontramos centenas de milhares de pulsos eletromagnéticos, emitidos pelas mais diversas fontes e nas mais variadas freqüências, operadas por forças

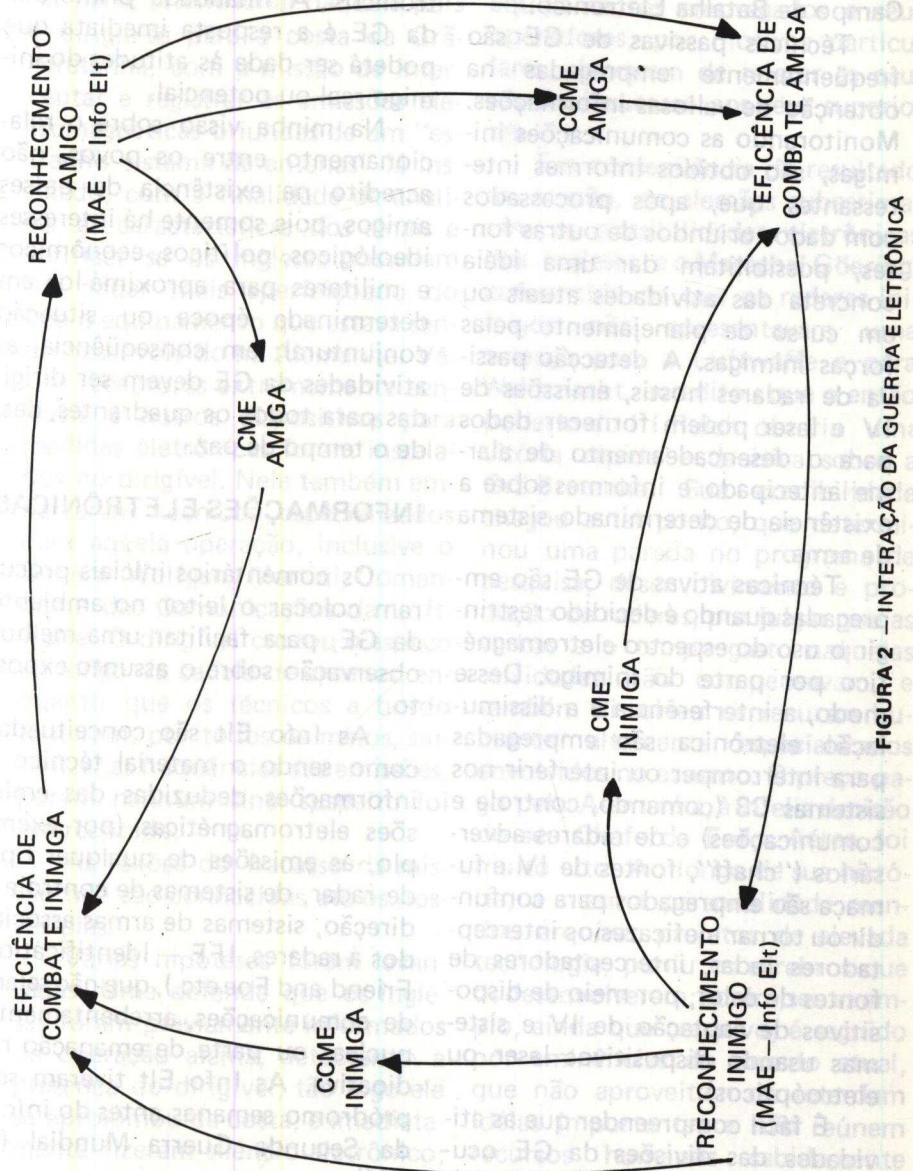


FIGURA 2 – INTERAÇÃO DA GUERRA ELETRÔNICA

de ambos os partidos em hostilidade. Compete às organizações de GE explorar completamente tal ambiente, que é denominado: Campo de Batalha Eletrônico.

Técnicas passivas de GE são freqüentemente empregadas na obtenção de valiosas informações. Monitorando as comunicações inimigas, são obtidos informes interessantes que, após processados com dados oriundos de outras fontes, possibilitam dar uma idéia concreta das atividades atuais ou em curso de planejamento pelas forças inimigas. A detecção passiva de radares hostis, emissões de IV e laser podem fornecer dados para o desencadeamento de alarme antecipado e informes sobre a existência de determinado sistema de arma.

Técnicas ativas de GE são empregadas quando é decidido restringir o uso do espectro eletromagnético por parte do inimigo. Desse modo, a interferência e a dissimulação eletrônica são empregadas para interromper ou interferir nos sistemas C3 (comando, controle e comunicações) e de radares adversários ("chaff", fontes de IV e fumaça são empregados para confundir ou tornar ineficazes os interceptadores radar, interceptadores de fontes de calor, por meio de dispositivos de captação de IV e sistemas usando dispositivos laser ou eletrópticos).

É fácil compreender que as atividades das divisões da GE ocupam uma posição cada vez mais

destacada na organização de uma força singular, para atender às exigências mais elementares da guerra moderna, dependente de meios eletrônicos. A finalidade primordial da GE é a resposta imediata que poderá ser dada às atitudes do inimigo real ou potencial.

Na minha visão sobre o relacionamento entre os povos, não acredito na existência de países amigos, pois somente há interesses ideológicos, políticos, econômicos e militares para aproximar-los em determinada época ou situação conjuntural; em consequência, as atividades da GE devem ser dirigidas para todos os quadrantes, desde o tempo de paz.

INFORMAÇÕES ELETRÔNICAS

Os comentários iniciais procuram colocar o leitor no ambiente da GE, para facilitar uma melhor observação sobre o assunto exposto.

As Info Elt são conceituadas como sendo o material técnico e informações deduzidas das emissões eletromagnéticas (por exemplo, as emissões de qualquer tipo de radar, de sistemas de controle e direção, sistemas de armas associados a radares, IFF — Identification Friend and Foe etc.), que não sejam de comunicações, arrebentamento nuclear ou parte de emanação radioativa. As Info Elt tiveram seu pródromo semanas antes do início da Segunda Guerra Mundial (II GM).

Em 2 de agosto de 1939, um dos últimos dirigíveis construídos pela Alemanha, o Graf Zeppelin, decolou de um aeródromo situado na parte setentrional daquele país e dirigiu-se para a costa da Grã-Bretanha, com a missão de interceptar e registrar as emissões eletrônicas oriundas de um "estrano sistema de antenas" lá instalado, com a finalidade de analisar as características dos sinais e verificar se os ingleses possuíam um radar mais aperfeiçoado do que o equipamento que estava sendo desenvolvido na Alemanha. Vários receptores extremamente sensíveis e outros dispositivos para medidas eletrônicas foram instalados no dirigível. Nele também embarcaram técnicos especializados para aquela operação, inclusive o General Wolfgang Martini, Comandante das Comunicações da Luftwaffe. O dirigível cruzou o espaço ao longo da cadeia de antenas, enquanto que os técnicos a bordo tentaram, por todos os meios, sintonizar as freqüências das emissões, porém nenhum sinal suspeito foi interceptado.

As razões do fracasso da missão não são conhecidas até os nossos dias.

Várias hipóteses foram levantadas. Uma defende que os ingleses foram previamente informados da operação alemã, detectaram a presença do dirigível, tão logo ele se aproximou da costa, e imediatamente fizeram silêncio eletrônico; outra, que os receptores emprega-

dos não cobriam a faixa de freqüência dos radares ingleses. Consta, ainda, na história dessa operação, que houve falta técnica nos equipamentos empregados e seus operadores, por motivos particulares, deixaram de relatar as causas do insucesso aos seus superiores.

Em consequência do resultado da missão, os alemães subestimaram as possibilidades eletrônicas dos ingleses e o Marechal Göering, convencido de que os radares inimigos não apresentavam uma ameaça para a Luftwaffe e para Wehrmacht, acreditou que o então poderio do III Reich obteria uma vitória rápida e decisiva sobre a Grã-Bretanha. Sua credibilidade chegou a tal ponto, que determinou uma parada no programa de pesquisa, desenvolvimento e produção de radares, por julgar que as verbas e o tempo gasto naquelas atividades não compensavam, e também dissolveu os recursos humanos altamente especializados envolvidos no assunto. O preço pago pela Alemanha, à infeliz decisão do seu Chefe da Força Aérea, foi muito alto. Ao longo de sua história, a mesma personalidade mandou arquivar projetos de elevada tecnologia, puniu os cérebros que os desenvolveram; porém, seu exemplo, ainda que negativo, é seguido por eminentes do mundo atual, que não aproveitam ou retardam idéias importantes e não reúnem recursos humanos sabidamente competentes, para atuar especial-

mente na área de interesse da segurança nacional. O vôo do Graf Zeppelin é considerado como a primeira missão de Info Elt, hoje operação rotineira efetuada por todas as forças armadas modernas, empregando meios flutuantes (de superfície e submarinos), terrestres (fixos ou móveis) e aéreos (aviões, helicópteros e veículos pilotados remotamente — VPR).

Os sistemas de GE ocupam uma posição destacada, os dados ostensivos são relativamente poucos nas publicações militares e, até mesmo, nos impressos distribuídos pelas indústrias que os produzem (atualmente há cerca de 50 companhias mundialmente credenciadas). As verdadeiras características dos sistemas de GE e os correspondentes ciclos do desenvolvimento não seguem os padrões adotados por outros sistemas e subsistemas de armas e eletrônicos. Os pontos que julgo relevantes podem ser assim resumidos:

— reconhecer a necessidade de sistemas de GE, quando for estabelecida ou postulada a existência de meios eletrônicos que possam aumentar ou auxiliar o poder relativo de combate à ameaça;

— determinar as características de sistemas de GE para opor-se às possibilidades dos dispositivos eletrônicos, que o inimigo real ou potencial tenha ou que venha a possuir;

— impossibilitar a demonstração da eficiência de um sistema de GE, independentemente do conhe-

cimento dos dispositivos reais ou simulados que o inimigo possua; e

— vaticinar a conduta futura da GE, em termos de um antecipado ambiente eletrônico a ser criado pela ameaça.

O bom êxito das atividades de GE cria condições para um relacionamento particularmente cerrado com as organizações de informações, quando colocadas diante da postura eletrônica atual e futura do inimigo.

As técnicas utilizadas para interceptar, analisar e localizar os sinais eletromagnéticos constituem as ferramentas básicas para as atividades de Info Elt e Info Com — esta interceptando e interpretando o tráfego das comunicações hostis, para obter as informações nelas contidas e as características técnicas das fontes de transmissão.

Reciprocamente, as informações sobre as atividades eletrônicas inimigas e a sua interpretação são objetivos básicos para o planejamento e conduta da GE.

No caso de um complexo sistema de emissões eletromagnéticas, a classificação da atividade de busca de informações (Info Elt e Info Com) é uma tarefa bastante intrincada.

Considerável esforço tem sido feito pela indústria eletrônica de interesse militar, para desenvolver técnicas e materiais para apoiar programas destinados às Info Elt peculiares às forças singulares de muitos países, inclusive do denominado 3º Mundo. Esses progra-

mas incluem transmissores, receptores, sistemas de antenas, radio-goniômetros, analisadores e outros equipamentos para manutenção, simuladores para instrução de recursos humanos especializados, dispositivos para gerar falsos alvos para radares inimigos, dispositivos contra interferência etc.

Embora o mundo viva em aparente situação de paz, os conflitos locais se avultam, e por trás estão os interesses das grandes potências e das grandes indústrias eletrônicas de interesse militar que, além de participarem das hostilidades, disputam importantes fatias do mercado internacional de armamentos eletrônicos. As 20 melhores indústrias de materiais de GE, em 1985, venderam muito mais do que US\$ 5.000 milhões, o que representou, naquele ano, um acréscimo de 20% sobre as vendas dos anos anteriores. As vendas neste campo são cada vez maiores!

Embora a aplicação ou direção dos programas de Info Elt possam variar, de acordo com as peculiaridades e missões das forças singulares, há necessidade de pensar na padronização e integração dos materiais, dentro dos limites das possibilidades técnicas, que não prejudiquem a operacionalidade das forças, de modo a tornar os programas e os sistemas adotados menos onerosos para os orçamentos militares, evitando elevados gastos em programas de pesquisa, desenvolvimento e aquisição de sistemas de Info Elt, muitas vezes similares

ou até redundantes. A Figura 3 ilustra um sistema de informações gerado pelas atividades de GE e a Figura 4 a integração de elementos de informação de FT e de FA.

RECONHECIMENTO ELETRÔNICO

O reconhecimento eletrônico (Rec Elt) é conceituado como sendo a detecção, identificação, avaliação e localização de fontes de emissões eletromagnéticas estrangeiras, salvo as originadas por arrebentamento nuclear ou fontes radioativas.

Os dados obtidos pelo Rec Elt têm emprego imediato na escolha de uma possibilidade de reação, e são utilizados, a longo prazo, na avaliação estratégica das possibilidades de uma ameaça atual ou potencial.

Os sistemas de interceptação eletrônica fazem parte do reconhecimento e, geralmente, possuem muitas das características dos sistemas de reconhecimento. O reconhecimento propicia a busca e coleta de informações sobre os meios, possibilidades, desdobramento e intenções do inimigo. Entre outras, as principais missões do reconhecimento são:

- medir a eficiência dos meios hostis, para avaliar a eficácia e confiabilidade deles; e
- determinar, com elevado grau de probabilidade, o desdobramento dos meios e as mudanças de estratégia e táticas inimigas.

FIGURA 4 - INFORMAÇÕES ELETRÔNICAS

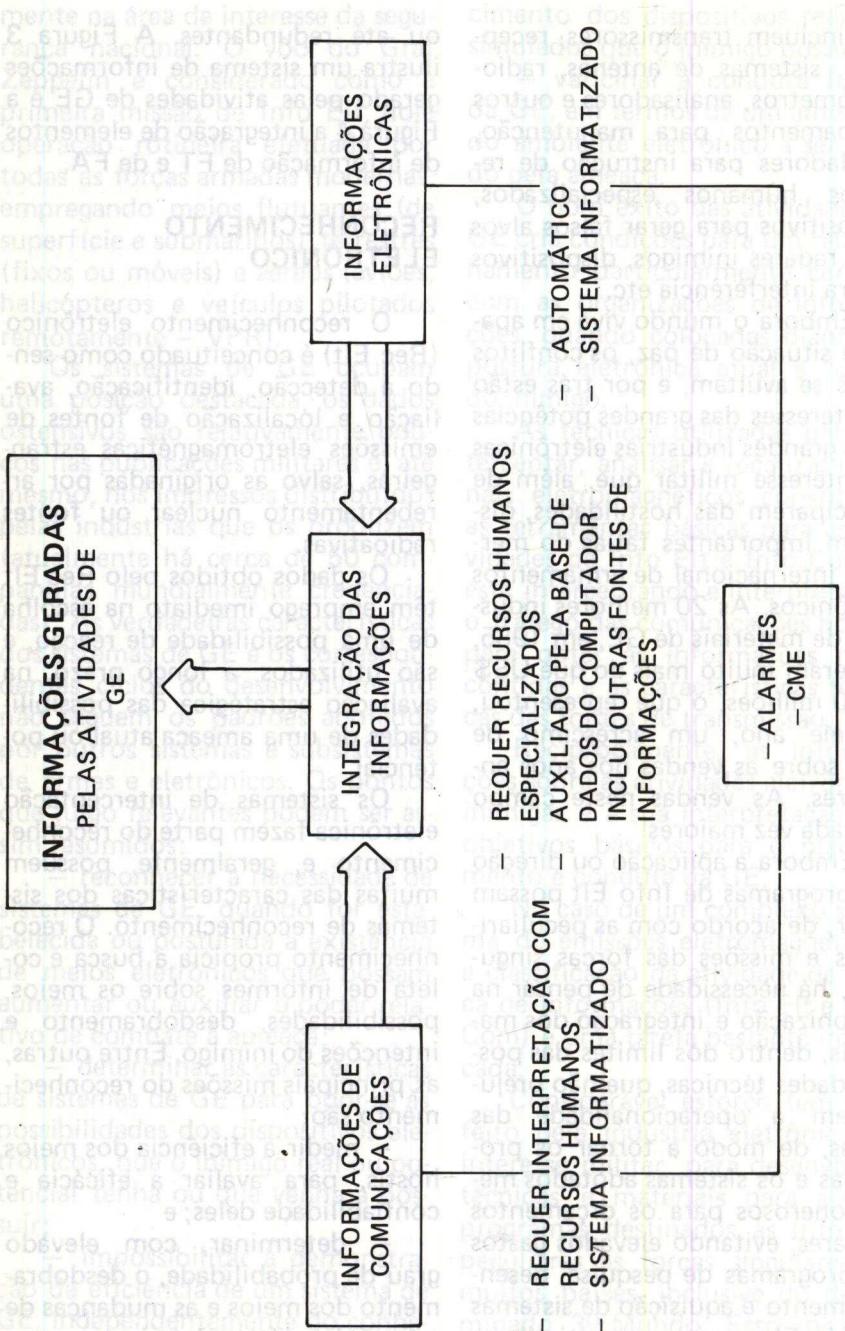


FIGURA 3 – SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERADO PELAS ATIVIDADES DE GE

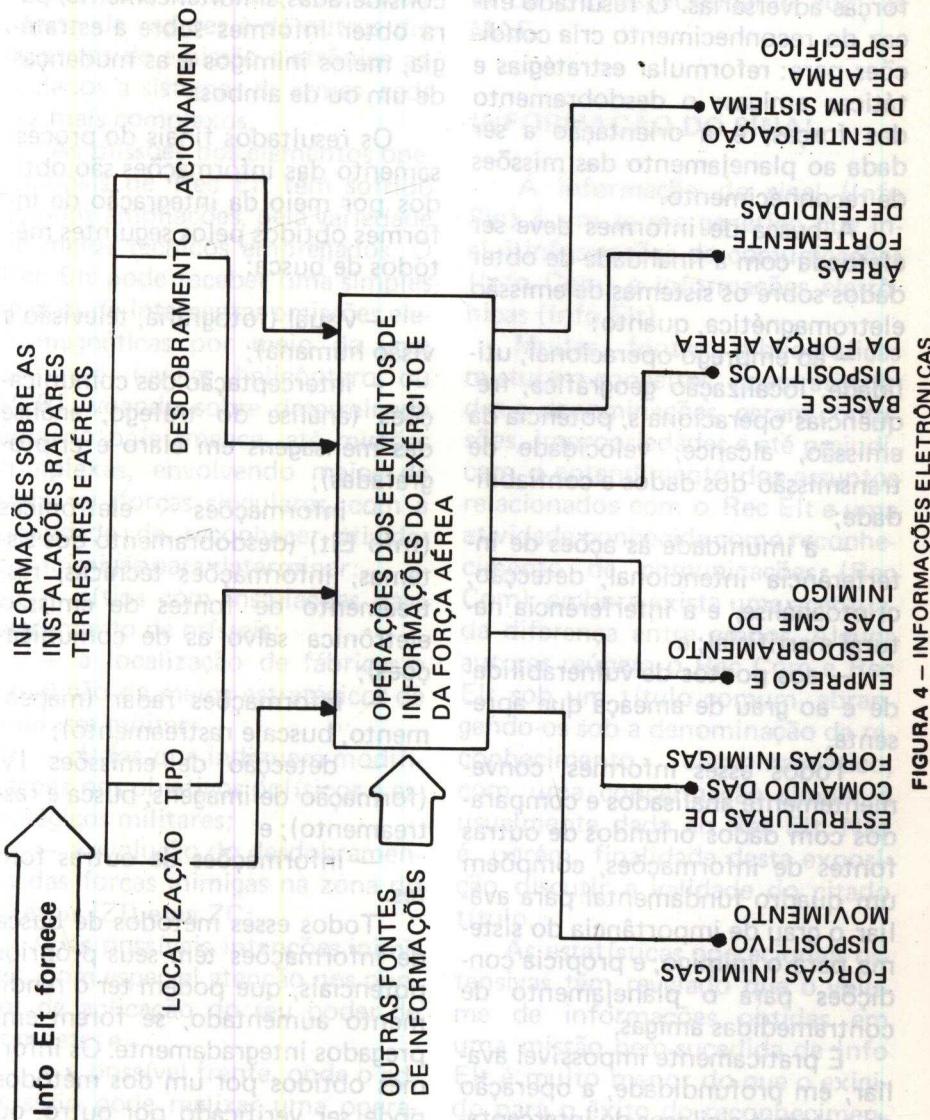


FIGURA 4 – INFORMAÇÕES ELETRÔNICAS

O reconhecimento não é efetuado para, apenas, verificar a existência de um determinado meio ou sistema empregado pelas forças adversárias. O resultado eficaz do reconhecimento cria condições para: reformular estratégias e táticas amigas; o desdobramento das forças; e a orientação a ser dada ao planejamento das missões de reconhecimento.

A busca de informações deve ser efetuada com a finalidade de obter dados sobre os sistemas de emissão eletromagnética, quanto:

- ao emprego operacional, utilidade, localização geográfica, freqüências operacionais, potência da emissão, alcance, velocidade de transmissão dos dados e confiabilidade;

- à imunidade às ações de interferência intencional, detecção, criptoanálise, e a interferência natural e artificial; e

- aos pontos de vulnerabilidade e ao grau de ameaça que apresenta.

Todos esses informes, convenientemente analisados e comparados com dados oriundos de outras fontes de informações, compõem um quadro fundamental para avaliar o grau de importância do sistema para o inimigo, e propicia condições para o planejamento de contramedidas amigas.

É praticamente impossível avaliar, em profundidade, a operação de sistemas sigilosos de interceptação, sem recordar que a busca de informações concernentes aos

meios eletrônicos e aos empregados pelas comunicações inimigas é somente uma das muitas missões de informações, que devem ser consideradas, simultaneamente, para obter informes sobre a estratégia, meios inimigos e as mudanças de um ou de ambos.

Os resultados finais do processamento das informações são obtidos por meio da integração de informes obtidos pelos seguintes métodos de busca:

- visual (fotografia, televisão e visão humana);
- interceptação das comunicações (análise do tráfego, análise das mensagens em claro e criptografadas);
- informações eletrônicas (Info Elt) (desdobramento dos sistemas, informações técnicas, rastreamento de fontes de emissão eletrônica salvo as de comunicações);
- informações radar (mapeamento, busca e rastreamento);
- detecção de emissões IV (formação de imagens, busca e rastreamento); e
- informações de outras fontes.

Todos esses métodos de busca de informações têm seus próprios potenciais, que podem ter o rendimento aumentado, se forem empregados integradamente. Os informes obtidos por um dos métodos pode ser verificado por outro, ou outros, com a finalidade de concordar, ou discordar, dos informes

obtidos. Nenhum método é perfeito ou infalível.

Hodiernamente o emprego do Rec Elt tem aumentado de importância, para fazer face ao crescente uso de radares e de outros dispositivos de emissão eletrônica associados a sistemas de armas, cada vez mais complexos.

As missões dos elementos operacionais de Rec Elt têm sofrido grandes ampliações, pela variedade de meios técnicos empregados. O Rec Elt pode receber uma simples missão de interceptar emissões eletromagnéticas por meio de uma aeronave (avião, helicóptero ou VPR), voando sobre determinada área do país ameaça, até missões complexas, envolvendo meios de todas as forças singulares, com a finalidade de reconhecer atividades inimigas para determinar:

- sítios com instalações para lançamento de mísseis;
- a localização de fábricas e produção de meios estratégicos de interesse militar;
- dados que indiquem modificações nos objetivos políticos e estratégicos militares;
- a evolução do desdobramento das forças inimigas na zona do interior (ZI) e na ZC;
- as possíveis intenções inimigas, com especial atenção nos pontos de aplicação do seu poder de combate;
- a possível frente, onde o adversário pode realizar uma operação de dissimulação com efetivos elevados.

Pelo que até aqui foi comentado, é possível sentir que há um relacionamento muito íntimo, ou interpenetração, das atividades com as de GE, especialmente com as MAE.

INFORMAÇÃO DO SINAL

A informação do sinal (Info Sin) é um termo genérico que inclui informações de comunicações (Info Com) e informações eletrônicas (Info Elt).

Muitas fontes bibliográficas misturam conceitos, criam atividades e denominações, geram confusões, impropriedades e até prejudicam o entendimento dos assuntos relacionados com o Rec Elt e uma atividade conhecida como reconhecimento de comunicações (Rec Com), embora exista uma acentuada diferença entre ambos. Alguns autores reúnem o Rec Com e Rec Elt sob um título comum, abrangendo-os sob a denominação de reconhecimento eletromagnético, com uma conceituação similar à usualmente dada ao Rec Elt. Não é, porém, finalidade desta exposição discutir a validade do citado título.

As estatísticas operacionais ostensivas têm revelado que o volume de informações obtidas em uma missão bem-sucedida de Info Elt é muito menor do que o exigido para o êxito do reconhecimento dos enlaces de comunicações, para obtenção das Info Com. O

Rec Elt exige a vigilância sobre faixas muito largas de freqüência, que é realizada por meios técnicos, materiais e recursos humanos muito especializados. Há peculiaridades do Rec Elt que não são encontradas no Rec Com. Por exemplo, a localização geográfica de uma fonte de emissão eletromagnética interceptada, sua direção, a velocidade nas mudanças de direção etc., representam dados que usualmente não são apreciados pelo Rec Com convencional; alguns dados obtidos de sistemas de navegação têm enfoques diferentes quando apreciados sob a óptica do Rec Elt.

O grau de reação oposta pelo inimigo a uma determinada tentativa de busca de informações é um aspecto que deve ser especialmente considerado e analisado sob os métodos e processos empregados no processamento das informações, pois é possível que sejam obtidos indícios sobre suas possibilidades e planos para pô-las em prática.

É necessário ficar bem claro que o Rec Elt não deve ser confundido com a mera interceptação de mensagens. A diferença tem sido negligenciada e prejudicado a compreensão do assunto.

Os dados obtidos pelos meios utilizados pelo Rec Elt e Rec Com, após sofrerem o processamento adequado, são transformados, respectivamente, em Info Elt e Info Com. A integração dessas informações irão constituir as informações do sinal (Info Sin), que alimentarão uma Biblioteca de Dados ou

Banco de Dados, em diversos níveis de comando estratégico e tático, podendo até ser centralizada sob uma Base Nacional de Dados de Comunicação e de Eletrônica.

O manuseio, armazenamento, reunião e fusão dos relatórios de Info Elt e Info Com formarão uma imagem eletrônica da situação, que é obtida por meio de um sempre atualizado, confiável e seguro sistema de informática.

A fusão de dados da Info Elt e Info Com, sob a denominação de Info Sin irão configurar a Ordem de Batalha Eletrônica do Inimigo (OBEI), cuja importância é atualmente indiscutível. A imagem eletrônica da situação é transmitida para o comandante, para auxiliá-lo no processo de elaboração de decisões estratégicas e táticas. A fusão de dados (Info Elt e Info Com) é alcançada por intermédio do processamento de dados. Tanto a integração dos dados como a sua imediata difusão depende de um adequado, integrado, rápido, confiável e seguro sistema de comunicações.

Pelo somatório das idéias expostas nos vários comentários feitos até aqui, não é difícil verificar que há componentes de GE, ou a ela ligados, que se desenvolvem, primordialmente, em nível estratégico, cobrindo grandes distâncias, empregando meios altamente elaborados e grandes efetivos de recursos humanos, para a produção das Info Sin, que fornecem uma elevada gama de informações utili-

zadas para planejamento a longo prazo e que possibilita perturbar ou influenciar a ameaça, pela ação de presença dos meios de busca e por meio de apropriadas ações estratégicas e políticas.

As Info Sin normalmente são utilizadas por escalões superiores ao Corpo-de-Exército (CEx), para as forças terrestres (FT), que possuem este nível de comando. As informações difundidas podem dar suporte ao planejamento de operações táticas, em especial com os dados técnicos obtidos em determinado período de tempo.

A Info Sin em ambiente tático está intimamente relacionada com as MAE, apóiam as necessidades imediatas (ou em curto prazo) do comandante de um teatro-de-operações (TO) e focalizam alvos táticos susceptíveis de destruição.

As atividades das MAE são passivas, porque não implicam na emissão de energia eletromagnética. Compreendem apenas as ações não pressentidas pelos meios à disposição do inimigo, tais como: interceptação, localização radiogoniométrica, identificação das emissões, análise e registro dos dados obtidos. As MAE têm alguma analogia com as atividades geradoras das Info Sin, porém a principal diferença consiste na sua maneira de atuar e no acesso direto ao comandante de uma força em ambiente de combate, em tempo real ou praticamente real. Porém está claro que a atuação das Info Sin, fruto do Rec Elt e Rec Com, tem em-

prego em espaço de tempo mais amplo.

EMPREGO OPERACIONAL DO RECONHECIMENTO ELETRÔNICO

A detecção dos meios de emissão eletromagnética hostis é efectuada com a integração dos melhores métodos e materiais, que permitam a obtenção de conclusões precisas e confiáveis sobre o desdobramento de sistemas de armas, instalações da força aérea, instalações de comunicações, sítios para lançamento de mísseis e outros peculiares a cada força singular. A força aérea, por exemplo, utilizando seus elementos estratégicos, é capaz de obter dados sobre o desdobramento de armas e outras instalações importantes do inimigo real ou potencial, que irão beneficiar as operações da FT e da força naval (FN). E, para ela, as informações obtidas permitirão a otimização do seu planejamento, no que concerne à visualização das melhores rotas de penetração no espaço aéreo adversário, de modo a atingir alvos com um elevado grau de segurança e eficácia, no cumprimento de suas missões peculiares de combate. No caso da FT a detecção dos meios de emissão eletromagnética inimigos, permitirá, entre outros fatores de interesse, a:

— avaliação do seu poder de combate;

— visualização das vias de acesso mais importantes e alternativas, para a sua penetração em território amigo e as que dão acesso ótimo ao seu território;

— seleção de acidentes capitais e objetivos para a manobra terrestre;

— determinação de pontos fracos no dispositivo inimigo;

— adoção de táticas e meios adequados para barrar as vias de provável penetração em território amigo; e

— determinação de frentes onde poderá tentar a execução de operações de dissimulação.

O resultado do Rec Elt cria condições para um adequado planejamento e emprego das CME, com ou sem cooperação dos sistemas de armas, que, oportunamente lançados na conduta do combate, contribuirão para obtenção de resultados altamente compensadores, por quanto o conhecimento detalhado do desdobramento (OBEI) e do emprego dos meios de emissão eletromagnética facilitarão a otimização das CME. Ao rebuscar a história da GE, provavelmente na guerra aérea encontraremos os mais emocionantes exemplos do emprego do Rec Elt para a determinação das reações inimigas.

É interessante lembrar que, embora as CME sejam uma arma de dois gumes, podem ser empregadas com uma substancial vantagem de poder, contra os sistemas

de armas associados a dispositivos de emissão eletromagnética.

Na infância do emprego militar da eletrônica, o número de sistemas de armas associados aos dispositivos de emissão eletromagnética era muito pequeno, e sua complexidade não apresentava padrões para comparação com os materiais atualmente em operação. Em consequência, as CME podiam ser empregadas com muita eficácia e com relativa baixa potência irradiada.

Por exemplo, a potência com a magnitude de um décimo de W por MHz era suficiente para interferir eficazmente nos radares alemães durante a Segunda Guerra Mundial. Por outro lado, esses radares ocupavam uma faixa de frequência não superior a 500 MHz e, por essa razão, era suficiente uma potência irradiada de 50 W, para realizar um bloqueio satisfatório nas defesas alemãs, nos anos de 1943 e 1944.

Com o vertiginoso desenvolvimento da eletrônica e de suas aplicações bélicas, a situação tem mudado rapidamente, dia a dia. O número de sistemas de armas associados aos dispositivos eletrônicos, conhecidos por nós, oriundos de países capitalistas e socialistas, tem aumentado consideravelmente nos últimos trinta anos, estão ao alcance de todos os países e já estão presentes em muitos do cog-nominado 3º Mundo e, até mesmo, nas mãos de organizações de guerrilhas, terrorismo e atividades niti-

damente criminosas. A sofisticação da tecnologia eletrônica aplicada tem, progressivamente, tornando a interferência sobre eles muito difícil.

No início da década de sessenta, o emprego de uma potência irradiada de 10 a 20 W por MHz era necessário para interferir eficazmente nos mais modernos tipos de radares daquela geração. Porém, com o desenvolvimento e utilização de novos tipos de válvulas eletrônicas, de componentes e circuitos eletrônicos mais elaborados, foi possível ampliar o espectro de freqüência operacional. Os modernos radares terrestres operam no âmbito de uma gama de 2 a 18 GHz, porém está aberta a possibilidade de ampliação da faixa operacional de 0,5 a 40 GHz.

Supondo-se que uma ameaça eletrônica trabalhe em torno de 10 GHz e não haja informações precisas sobre as intenções inimigas, suas possibilidades técnicas e seu desdobramento, requereria uma potência irradiada de 200 kW, que aproximadamente teria 1 MW de entrada, para emissão de uma forte interferência. Potências de entrada dessa ordem de grandeza não são possíveis de obter, com os equipamentos empregados em aeronaves. Em consequência, é imperativo que estejam disponíveis informações precisas, para a consecução de eficientes planos de operação com a finalidade de empregar o "chaff", dissimulação eletrônica e interferência intencional. Se

for possível descobrir exatamente a faixa de freqüência operacional empregada pelo inimigo, será possível reduzir de um fator 50, e talvez 100, a potência irradiada pelo equipamento de CME, necessário para obter uma ação aérea eficaz contra as instalações inimigas.

Para descobrir as freqüências operacionais do adversário e de suas características eletrônicas de seus materiais é imperioso realizar o Rec Elt, por ser o meio mais importante para obtenção de Info Elt.

Ao longo dos comentários feitos nesta exposição, é possível prever que a complexidade dos sistemas de armas atualmente em uso dificulta a obtenção de suas características por meio de mera interceptação e monitoragem. Para obter informações que retratem a verdadeira realidade, é necessário processar os dados obtidos pelo Rec Elt com outros oriundos de fontes confiáveis. Outro emprego do Rec Elt pode ser considerado em termos de possibilidades de reação imediata.

Os dispositivos geradores de falsos alvos para os radares inimigos são particularmente usados em presença de sistemas passivos de interceptação e monitoragem de emissões eletromagnéticas. O emprego daqueles dispositivos pode evitar que o inimigo execute uma triangulação eficaz sobre materiais de interferência amigos. Por outro lado, é limitado o número de dispositivos geradores de falsos alvos

que uma aeronave pode transportar, durante uma missão de penetração profunda em território hostil. Entretanto, é muito importante instalar sensores pré-programados nas aeronaves, de modo a permitir o lançamento dos falsos alvos no momento oportuno, para obter-se seu pleno emprego.

Nos conflitos ou guerras limitadas tem aumentado a ocorrência do Rec Elt, realizado por uma ou por ambas as partes, com ou sem cooperação de grandes potências, que possuem recursos operando no mar, na terra e no ar, durante 24 h/d. Os TO dessas guerras provavelmente estão localizados em regiões onde a densidade de emissões eletromagnéticas é normalmente baixa. Em consequência, a interceptação torna-se uma atividade de muito facilitada. Em princípio, as alterações para cima e para baixo de um nível médio de emissões eletromagnéticas refletem o estado de atividade das forças inimigas. Obviamente é um indício, porém (sempre é necessário um meticoloso e detalhado estudo das Info Elt e Info Com, processando-as com as informações oriundas de outras fontes, para determinar o quadro real da situação inimiga. Esses dados entrarão no estudo de situação para a decisão do comandante. Esses estudos darão condições para um adequado planejamento do emprego da CME, tanto nas operações em elevados escalões, quanto em níveis operacionais táticos.

Da análise das Info Elt e Info

Com também é possível determinar o nível de auxílio que uma ameaça técnica e industrialmente muito desenvolvida está prestando, para um determinado país subdesenvolvido, comprometido em conflito ou guerra limitada, ou sob uma situação de instabilidade interna, com possíveis reflexos no cenário político e militar internacional ou de determinada região geográfica.

O emprego cada vez maior de dispositivos eletrônicos para comunicações, navegação e outras finalidades militares tem acelerado a preocupação e ampliado a importância de todas as atividades relacionadas com a GE. Como um tipo de guerra, a GE apresenta muitos aspectos ou características da guerra convencional, atuando como se fosse uma arma convencional. Na GE, também, as operações ofensivas e defensivas apresentam suas vantagens e desvantagens em diferentes períodos, e o conhecimento sobre as possibilidades inimigas é essencial para o planejamento da reação amiga. Qualquer afirmação que seja feita sobre a superioridade de uma particular CME ou de algum dispositivo eletrônico de CCME, demonstra um grave erro poucos meses depois que for fabricado. Os resultados obtidos nas verificações realizadas sobre o desempenho de algum material de CME, contra um determinado sistema de arma, não podem ser considerados como uma prova

definitiva de sua importância ou vantagem.

O Rec Elt fornece dados que entram no processamento das informações que, por sua vez, participam de estudos para determinar soluções, porém nenhuma solução atual pode ser extrapolada para condições futuras, sem incorrermos em severas limitações.

EXPLORAÇÃO OPERACIONAL DAS CARACTERÍSTICAS DOS RADARES

Uma das características fundamentais das emissões eletromagnéticas é que elas nem sempre podem ser camufladas.

Para que os radares cumpram suas finalidades, é obrigatório que eles emitam sinais permanentemente. Logo, uma ameaça alerta que possuir bons meios de Rec Elt pode utilizar eficientemente essas características em benefício próprio. Por exemplo, os radares empregados nos sistemas de alerta antecipado normalmente são de potência muito elevada, possibilitando a interceptação a grandes distâncias.

O procedimento operacional de um sistema radar deve ser muito bem planejado e executado. Por exemplo, se um ou mais radares forem desligados para manutenção periódica ou por motivos relacionados com algum problema de funcionamento, tal fato poderá facilmente alertar o inimigo, por meio de seus meios de Rec Elt e,

neste período de silêncio eletrônico, ele poderá lançar um ataque.

De outro modo, o adversário poderá, de tempos em tempos, verificar a eficiência de seus sistemas de CME, empregando interferência ou falsos alvos para determinar as reações das forças amigas diante daqueles expedientes. Durante a Segunda Guerra Mundial os radares ingleses instalados na Ilha de Malta sofreram contínuas ações das CME alemãs durante vários meses. O comando inglês determinou o nível de atuação inimiga e ordenou que seus radares continuassem operando como se tudo estivesse normal. Os alemães, notando o procedimento britânico, concluíram que as suas CME não estavam surtindo o efeito desejado e logo encerraram a operação, removendo seus equipamentos de interferência radar.

O inimigo pode determinar o alcance de um radar amigo durante o período de tempo em que seu transmissor estiver sendo sintonizado. Essa informação poderá ser de inestimável valor para desenendar seus planos de ataque. De modo similar, aeronaves em vôo e forças navais podem determinar o valor de um sistema de alerta e seus procedimentos operacionais, empregados por um inimigo na proteção de seu litoral.

Operações contínuas utilizando interferência intermitente e dissimulação eletrônica podem ser uma solução eficaz a ser empregada contra sistemas de radar de

alerta antecipado. Se eles forem inquietados por um longo período de tempo, os sistemas poderão ter a credibilidade reduzida (até em nível nacional). As CME atuam de modo similar a de um sistema de armas.

Todo tipo de radar tem uma "assinatura", que permite sua identificação. As assinaturas ou características dos radares inimigos podem ser obtidas por vários meios, inclusive pelo Rec Elt que, após processados, são armazenados na biblioteca de dados e constantemente atualizados.

ALARME E ANÁLISE

O assunto Rec Elt por si só é suficiente para a elaboração de um livro, porém só idéias básicas foram comentadas. Reconhecer a existência de um sinal inesperado, novo ou particularmente importante, no espectro eletromagnético, em ambiente de tráfego saturado, é uma tarefa árdua e muito importante, pois é necessário determinar que o sinal interceptado não pertence a uma classe de sinais conhecidos; e analisar suas características, para determinar o maior número possível de detalhes.

É muito importante fazer a distinção entre meramente descobrir a existência de sinais e analisá-los. Essas atividades têm grande influência na implementação dos programas de Info Elt e nos proje-

tos de equipamentos destinados a busca de Info Elt.

A experiência tem mostrado que é muito mais fácil projetar numerosos dispositivos capazes de alertar um operador, quando algum evento esperado ou não esperado ocorre, do que produzir dispositivos capazes de analisar todos os tipos de sinais interceptados. Entretanto, se a distinção entre a interceptação e a análise estiver em mente, é possível não sómente processar um grande número de emissões eletromagnéticas, permitindo, também, a concepção de dispositivos que selecionem, do conjunto de emissões interceptadas, a porcentagem muito pequena das que não são familiares ou que, por outras razões, são dignas de especial atenção.

Um alarme pode ser acionado, uma missão de Rec Elt iniciada, um míssil antiirradiação ou falsos alvos contra radares inimigos lançados e, finalmente, o mais importante sob a óptica das informações, um número de dispositivos de análise poderá ser ligado com ou sem possibilidades de registro. É somente por meio dos dispositivos de análise que é possível ser realizado um eficiente registro em faixa larga, contando ainda com a observação humana visualizando padrões apresentados em osciloscópios.

As regiões mais desenvolvidas do nosso planeta têm a característica de apresentar a presença cada vez maior de emissões eletromag-

néticas, uma verdadeira saturação ou poluição do espectro eletromagnético. Meios aéreos, flutuantes e terrestres interceptam números tão elevados de emissões, em determinado TO, que é necessário o emprego de processos analíticos, com o auxílio de computadores, para que o Rec Elt tenha sua finalidade maximizada.

A título de curiosidade, as estatísticas atuais ostensivas informam que uma aeronave em missão de Rec Elt, voando a 15.000 m de altitude, sobre uma área densamente defendida, pode interceptar mais de 4.000 sinais importantes. Voando naquela altitude, a aeronave pode rastrear uma calota com cerca de 500 km de raio.

Os comentários até aqui têm procurado mostrar que o Rec Elt colhe dados sobre a localização geográfica e as características técnicas das emissões eletromagnéticas que, após analisadas e processadas, são difundidas como Info Elt, entram como um dos componentes da OBEI, ou são armazenados na biblioteca para consulta, quando for o caso.

Os materiais empregados na interceptação de emissões eletromagnéticas, especialmente as inimigas, selecionam um certo número de amostras desses sinais. A qualidade da amostra depende das características dos receptores, embora interceptem uma grande quantidade de dados freqüentemente redundantes.

A análise desses dados envolve

a percepção de formas previamente estabelecidas e destina-se à extração de uma quantidade máxima de informações do sinal interceptado. A maioria das operações realizadas durante a análise exige recursos humanos especializados em vários níveis e setores da informática e equipamentos que possuam grande velocidade de processamento de dados. A análise de algumas formas complexas de ondas fica adstrita a pessoal altamente especializado.

Ao terminar a análise do sinal interceptado, é necessário interpretá-lo e dar difusão das informações em tempo hábil. Tais operações são peculiares aos recursos humanos.

RECEPTORES DE INTERCEPTAÇÃO

O presente comentário não tem por finalidade considerar dados técnicos de um ou de vários receptores empregados nos sistemas de interceptação. Será exposta uma reflexão sobre alguns fatores que poderão afetar a concepção desses equipamentos, fornecendo uma base para estudos mais amplos sobre o assunto. Um receptor de projeto elaborado pode ser o componente fundamental de um sistema de interceptação de um sistema de Info Elt. Como tal, ele está integrado com antenas, unidades de processamento de dados de apropriada complexidade e outros dispositivos eletrônicos. Recepto-

res com pequenas dimensões, pouco peso e características relativamente simples, porém com desempenho elevado, podem ser transportados em viaturas leves, ainda servindo como unidade básica de um sistema de alarme. Outros tipos de receptores de interceptação podem estar tão intimamente integrados a um sistema de interferência, que, dificilmente, um observador pouco ligado ao assunto poderá admitir que se trate, na realidade, de um receptor. A variedade de tipos de receptores destinados às Info Elt, encontrados no mercado internacional de equipamentos eletrônicos para fins militares, é grande e procura atender às exigências doutrinárias e operacionais das forças singulares dos países usuários. Embora os fabricantes sempre apresentem a "melhor solução", a "melhor tecnologia" etc., não há um tipo de receptor de interceptação para emprego geral construído com as atuais tecnologias. Analisando os diversos tipos existentes, não é difícil perceber muitas diferenças nas características físicas e eletrônicas, porém comumente empregam circuitos básicos e padronizados de recepção, variam quanto à cobertura de faixa, mecanismos e sintonia etc.

A concepção e o projeto dos receptores de interceptação empregados em Info Elt são afetados por fatores ligados ao emprego, à operação dos materiais e à tecnologia a ser usada. Obviamente, devem ser considerados os fatores

preferência e o custo do material, por parte dos clientes nessas transações.

Além dos fatores já citados nos projetos dos receptores de interceptação podem ser considerados: a carência de informações anteriores, a incapacidade para empregar técnicas de integração, a complexidade das características do sinal, variantes nas exigências operacionais, variantes nas exigências físicas, grande cobertura de faixa a ser monitorada, grande cobertura dinâmica, a presença de falsos sinais, e os problemas de processamento de dados.

Sobre esses fatores serão feitas algumas considerações julgadas úteis.

Carência de informações anteriores

Provavelmente a diferença mais importante entre receptores de interceptação e os outros tipos existentes é o fato de que o primeiro deve operar sem o conhecimento prévio das características eletrônicas ou da localização física do emissor dos sinais. De modo diferente, os receptores radar têm completo conhecimento da frequência do sinal, freqüência de repetição do pulso, largura do pulso, possibilidade de estimar o momento da chegada do sinal etc.

As tarefas iniciais dos receptores de reconhecimento são interceptar e identificar ou reconhecer os sinais em curto período de tempo. O conteúdo da mensagem freqüentemente tem importância secundária para as Info Elt. Além disso, a maioria dos receptores de interceptação deve ter a possibilidade de coletar e processar simultaneamente um número não determinado de sinais.

Incapacidade para empregar técnicas de integração

Considerando que as características dos sinais apresentam grandes variações e que as oportunidades para auxiliar a detecção de sinais fracos por meio da integração do sinal, de modo similar ao procedido em uma operação tipicamente radar, *a priori* não tem apresentado resultado almejado. A inserção de dispositivos de integração nos circuitos dos projetos mais complexos tem implicado na existência de informações anteriores, usualmente ineficazes, ou um especial interesse sobre um particular tipo de sinal pouco empregado. No processo de detecção há, geralmente, uma competição direta entre a amplitude do sinal *versus* a amplitude do ruído, de modo que a sensibilidade prática do receptor, em termos da razão sinal ruído empregada, é freqüentemen-

te muito menor do que os valores usuais encontrados nos receptores de radar, por exemplo.

Complexidade das características do sinal

A crescente complexidade das características dos sinais tem corrido para tornar cada vez mais difíceis as tarefas básicas da interceptação. Para criar grandes problemas nos receptores de interceptação, no que concerne a detecção, identificação e atividades de CME, os modernos sistemas de armas associados a dispositivos de emissão eletromagnética são freqüentemente submetidos a variações programadas aleatoriamente, que modificam algumas de suas características (na radiofrequência, freqüência de repetição do pulso, largura do pulso etc.) durante um determinado período da transmissão. Dessa forma, o valor da medição precisa da radiofrequência (principal parâmetro identificado em circunstâncias habituais) pode ser considerado com alguma qualificação na era da agilização de freqüência, da transmissão por salto de freqüência pulso a pulso, da possibilidade de sintonia rápida dos transmissores etc. Na realidade, um receptor que tiver a possibilidade de resolução e estabilidade para medir precisamente a radiofrequência pode ter alguma substancial desvantagem na detecção de certos tipos de sinais.

Variantes nas exigências operacionais

Em contraste com as atividades de CME, cujo valor se revela muito importante quando se trata de missões táticas durante os períodos de hostilidades, a interceptação avulta de importância durante as épocas de crise (guerra fria) e nas situações de guerra, havendo grande necessidade de receptores especializados para o cumprimento de missões de busca às emissões eletromagnéticas. As muitas diferenças no ambiente físico, nas condições dos sinais, no emprego operacional e no valor relativo de diferentes tipos de dados para estas aplicações divergentes combinam-se, para justificar o desenvolvimento de diferentes tipos de receptores, especialmente projetados para cada época. Mesmo em ambiente de crise há emprego surpreendentemente diferente para os receptores de interceptação, exigidos pelas necessidades de versatilização de seus empregos e projetos específicos. As missões de interceptação e obtenção de Info Elt, no período de crise, variam desde o acesso às atividades de pesquisa e desenvolvimento inimigas, até a monitoração do desdobramento operacional de seus sistemas de radar, de modo a determinar as suas reais intenções ofensivas e verificar a possibilidade de um ataque imediato. Desde o início das hostilidades é obviamente desejável conhecer, muito bem, as

possibilidades de todas as fases de Info Elt amigas e inimigas.

Variantes nas exigências físicas

Os receptores apresentam uma enorme variedade de configurações, tudo em função do tipo da plataforma onde serão instalados. Encontramos receptores para instalação em navios, submarinos, complexos centros terrestres de detecção, diversos tipos de viaturas motorizadas, aeronaves (aviões, helicópteros e VPR), satélites de reconhecimento, *shelters* montados sobre viaturas ou não etc. O ambiente operacional exige o cumprimento de rigorosas normas militares quanto a resistência aos choques, vibrações, temperaturas extremas, altitude, umidade, poeira, proliferação de fungos etc. Suas características operacionais devem cobrir completamente as dos sistemas eletrônicos cujos sinais irão detectar.

Grande cobertura de faixa a ser monitorada

Os receptores destinados especificamente a interceptação devem cobrir totalmente as faixas usualmente empregadas pelo inimigo potencial e/ou real. É conveniente que cubram um grande número de outras freqüências, de modo a ampliar suas possibilidades de interceptação de sinais emitidos por outros sistemas eletrônicos. Isso

introduz maiores considerações técnicas nos circuitos de faixa larga.

Grande cobertura dinâmica

São enormes as grandes variações no nível do sinal recebido, que deve ser antecipado. Em razão da transmissão em uma só direção para o receptor de interceptação (*versus* a ação em duas direções que pode ser envolvida na operação do sistema do sinal emitido), os níveis do sinal são tendentes a ser alto — a elevada sensibilidade muitas vezes é desnecessária e indesejável, em razão da possível introdução de sinais interferentes de baixo nível. Porém, em contraste, o receptor de interceptação pode, em outra circunstância, ser empregado para interceptar uma transmissão de baixa potência, via irradiação dos lóbulos menores de uma antena de transmissão, e a uma grande distância. Essa situação é um grande argumento para que ele tenha sensibilidade máxima. Então, um receptor de interceptação para emprego geral deve estar preparado para operar cobrindo um alcance dinâmico muito amplo.

Presença de falsos sinais

A denominação "falso" refere-se mais do que às respostas espúrias, internamente geradas, encontradas, algumas vezes, nos receptores, ou como resultado de anomá-

lias de propagação. Eles têm relação com os sinais fora de freqüência, gerados por válvulas de transmissão para potências elevadas. Tais sinais, quando reduzidos em amplitude muito abaixo do nível normal de freqüência, poderão representar uma irradiação de energia muito substancial. Há sempre a ameaça de falsos sinais gerados por dispositivos de um inimigo ativo, com a finalidade de captar a atenção dos sistemas de interceptação. Há também a ameaça de o inimigo usar certas características próprias, que identificam os sinais, modificando-as engenhosamente, de modo a lançar a confusão na operação. Quando não é no âmbito da estrutura do receptor de interceptação realizar decisões fundamentais nessas matérias, é importante que ele não introduza confusão adicional, devido a uma incapacidade no processamento dos dados recebidos, sem acrescentar distorções ou modificações.

Problemas do processamento de dados

Haverá situações onde uma grande quantidade de dados deve ser processada, seja porque foi monitorado um grande número de sinais ou pelo desejo de detalhar informações técnicas sobre sinais selecionados. O receptor de interceptação deve, freqüentemente, operar em bases automáticas ou semi-automáticas. Portanto, os receptores destinados à intercepta-

ção devem ter características versáteis, que possibilitem pleno desempenho em operações automáticas e/ou semi-automáticas. Se é praticável o emprego de um operador ou operadores, haverá uma consequente redução de complexos circuitos de automatização, que serão substituídos pela necessária inclusão de visualizadores panorâmicos e circuitos de controle, de modo a dar melhor acesso do operador aos dados.

Acredito que estão expostas muitas idéias sobre receptores de interceptação tão importantes na busca de Info Elt. Por meio da literatura especializada, que foi lida e compulsada, foi possível perceber que a tecnologia dos receptores de interceptação estão em contínuo processo de modificação. Novos receptores são desenvolvidos, não somente para incorporar as mais recentes conquistas expressas por circuitos e componentes eletrônicos de muita elevada confiabilidade e versatilidade, como para atender dispositivos e usos operacionais em mísseis e satélites, por exemplo, e os novos problemas impostos pelas constantes mudanças das características eletrônicas e ambientais dos sinais interessados.

Há condições básicas operacionais que afetam especialmente a escolha dos receptores de interceptação. Há limitações, vantagens e compromissos nas técnicas básicas dos receptores, que influenciam no projeto inicial de determinadas

missões, ou que otimizem seu emprego em campanha. Esses fatores foram alvo de comentários nesta parte da exposição e servem para meditação.

Um sistema de interceptação deve responder otimamente a muitas perguntas. Não é possível esculhê-lo apenas pelo crédito dado a determinadas especificações apresentadas por conceituado fabricante de equipamentos eletrônicos de interesse militar. Entre outros assuntos que devem ser considerados no estudo de receptores de interceptação, requer atenção quanto:

- à natureza e à quantidade de informações que se quer obter dos sinais interceptados, isto é, ao conhecimento de sua existência e à determinação detalhada de suas características;

— aos modos pelos quais os sinais de saída serão apresentados ao operador, isto é, por meio de um: sinal visual (lâmpada); circuito de acesso a um computador, gravador, dispositivo de retransmissão ou para outros circuitos de controle; visualizador panorâmico etc.;

- ao período de tempo disponível para a interceptação e busca de dados e ao respectivo processamento, devendo considerar que esse tempo é muito curto, no caso de um alerta de ataque inicial, ou agressão armada *versus* o tempo relativamente muito longo, no caso dos reconhecimentos efetuados em épocas de paz ou crise e processos de monitoração; e

— ao ambiente no qual os receptores irão operar, isto é, ao ambiente físico e ao ambiente do sinal.

Além das idéias apresentadas que têm relacionamento com os projetos de receptores, dois fatores não podem ser esquecidos, pois identificam-se especificamente com os receptores de interceptação:

— o grau de probabilidade de interceptação, definido como a possibilidade do receptor realizar, dentro de um aceitável intervalo de tempo, a recepção de uma determinada transmissão (o termo considera o típico período de tempo decorrido entre o início da existência de um sinal detectável e a recepção inicial); e

— a seleção do sinal, traduzida pela possibilidade adicional que deve ter um receptor, para separar o sinal que deverá ter um tratamento especial e a possibilidade de identificar um sinal interceptado como sendo de um determinado tipo ou classe. Refere-se às possibilidades para medir as características dos sinais e/ou para selecionar sinais na base de suas características eletrônicas ou do seu comportamento operacional como sendo os únicos e, portanto, dignos de particular interesse.

O termo probabilidade de interceptação é freqüentemente colocado como sendo a possibilidade de identificar as características do sinal, como também determinar sua mera existência. Isto é particu-

larmente lógico nas observações realizadas sobre os receptores empregados no Rec. Elt. Ainda que uma separação de funções (probabilidade de interceptação e seleção do sinal) seja útil, quando forem formuladas considerações sobre os detalhes técnicos dos receptores.

REQUISITOS DE UM SISTEMA

Há muitas soluções fornecidas pelas indústrias que produzem os materiais e outras refletindo a visão doutrinária que muitos países têm sobre o assunto. No meu entender, cada caso é um caso, e é necessário muita cautela no exame do assunto.

Os requisitos básicos de um sistema de GE de emprego terrestre para atender a localização das emissões radar devem ter a possibilidade de interceptar certas emissões de sinais radar; analisar rapidamente em tempo real os parâmetros dos sinais interceptados, de modo a permitir a classificação do tipo do emissor radar; e triangular rapidamente fornecendo dados para a localização geográfica do emissor.

Um sistema capaz de responder essas três possibilidades pode compreender três estações de MAE e uma estação central de controle instaladas em viaturas, separadas com interligação realizada por enlace de comunicações de dados. As localizações dos emissores interceptados são obtidas por meio

de análise correlacionada de dados enviada para a estação central, por meio das estações de MAE. O emprego de um computador assegurará um rápido tempo de reação pela correlação de dados, calculando dos emissores interceptados pela triangulação, apresentando as informações essenciais para o operador da estação de controle nas unidades de visualização panorâmica. Os dados selecionados podem ser armazenados para consulta posterior.

Os objetivos operacionais de um sistema de GE de emprego terrestre são: prover a cobertura de 1600°, interceptar e analisar os sinais de radar na faixa da ameaça; classificar o tipo dos emissores de radar interceptados; localizar as posições dos receptores de radar interceptados; gerar um quadro da situação tática radar; e registrar e armazenar dados relacionados a sinais selecionados que foram interceptados.

As áreas que mais avanço tiveram na tecnologia da GE incluem desenvolvimentos em microondas e sensores eletroópticos, e técnicas de processamento do sinal. A tecnologia de microondas progrediu nas áreas de antenas, componentes de microondas e circuitos monolíticos de microondas, cobrindo freqüências de 700 MHz a 94 GHz. Estão na ponta dos desenvolvimentos das tecnologias de eletroópticos os receptores de alerta laser e detectores para sistemas passivos de vigilância. A Figura 5

ilustra a concepção de um sistema de interceptação radar.

COMENTÁRIOS CONCLUSIVOS

Acredito que esta exposição é longa, contém muitas idéias para agitar o assunto e creio ter atingido meu propósito, conscientizando os leitores para a grande importância da GE, como um dos fatores do Combate Eletrônico, nos tempos de paz, crise e guerra.

Ao comentar o Rec Elt tentei montar um grande palco para ressaltar a Info Elt, uma atividade ainda muito pouco conhecida do nosso público interno e externo.

As Info Elt se interessam nas emissões de qualquer classe de radar, sistemas de controle e IFF, sistemas de armas associadas a radares e a outros dispositivos de emissão eletrônica, que não sejam as de comunicações e de fontes radioativas.

As Info Elt são implementadas em tempos de paz, de crise ou de guerra. Em tempo de paz, para obter informações rápidas e confiáveis sobre uma determinada situação, com a finalidade de desenvolver e obter novos materiais, elaborar procedimentos e táticas próprias, e fornecer orientação para a preparação de recursos humanos; em tempo de crise, para determinar rapidamente as intenções dos inimigos potenciais e reais, cooperando para moderar a crise sem causar escalada; e em tempo de guerra, explorando ao máximo o

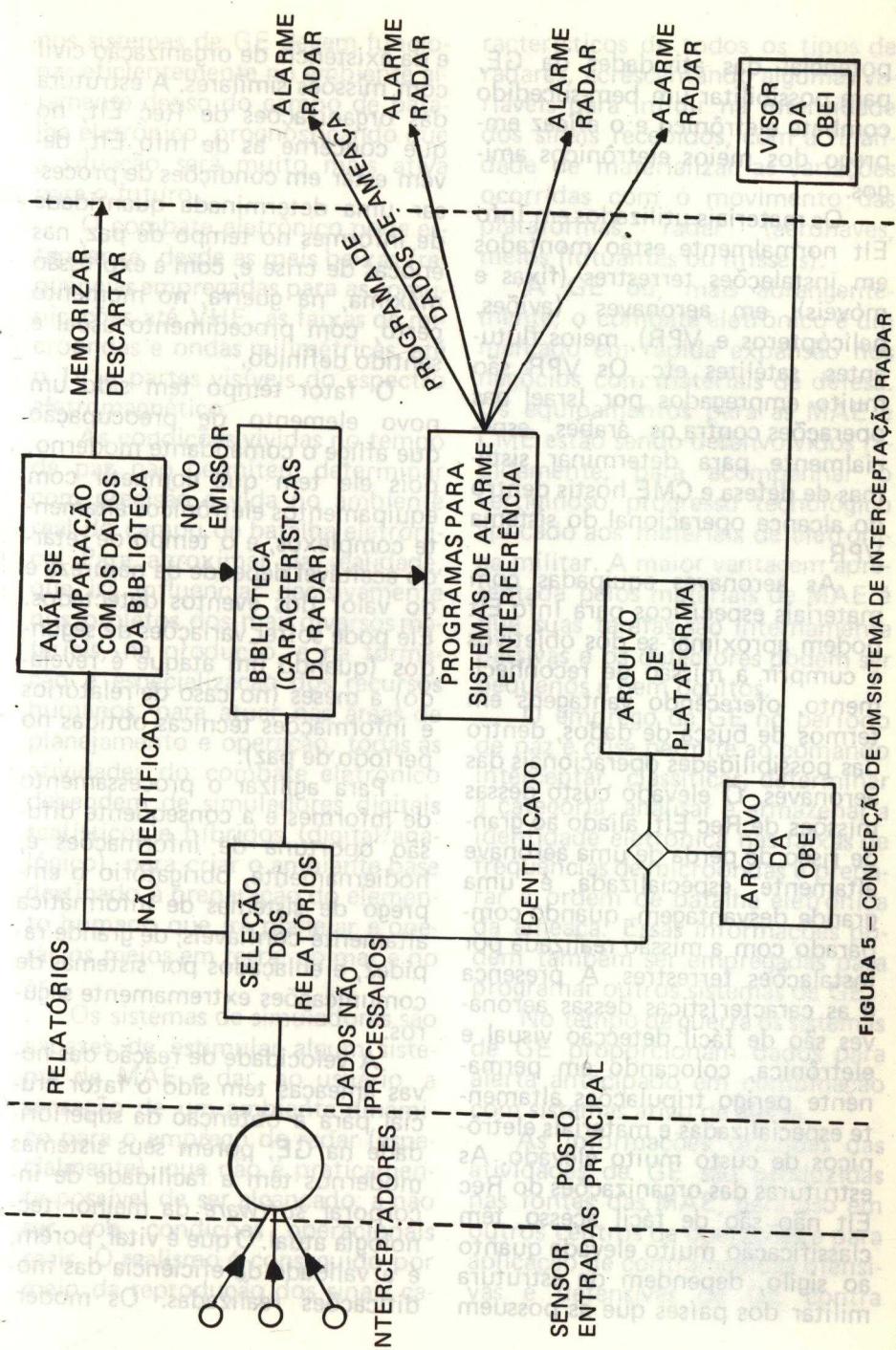


FIGURA 5 – CONCEPÇÃO DE UM SISTEMA DE INTERCEPTAÇÃO RADAR

potencial das atividades da GE, para possibilitar um bem-sucedido combate eletrônico e o eficaz emprego dos meios eletrônicos amigos.

Os materiais utilizados em Info Elt normalmente estão montados em instalações terrestres (fixas e móveis), em aeronaves (aviões, helicópteros e VPR), meios flutuantes, satélites etc. Os VPR são muito empregados por Israel nas operações contra os árabes, especialmente para determinar sistemas de defesa e CME hostis dentro do alcance operacional do sistema VPR.

As aeronaves equipadas com materiais específicos para Info Elt podem aproximar-se dos objetivos e cumprir a missão de reconhecimento, oferecendo vantagens em termos de busca de dados, dentro das possibilidades operacionais das aeronaves. O elevado custo dessas missões de Rec Elt, aliado ao grande risco de perda de uma aeronave altamente especializada, é uma grande desvantagem, quando comparado com a missão realizada por instalações terrestres. A presença e as características dessas aeronaves são de fácil detecção visual e eletrônica, colocando em permanente perigo tripulações altamente especializadas e materiais eletrônicos de custo muito elevado. As estruturas das organizações do Rec Elt não são de fácil acesso, têm classificação muito elevada quanto ao sigilo, dependem da estrutura militar dos países que as possuem

e da existência de organização civil com missões similares. A estrutura das organizações de Rec Elt, no que concerne às de Info Elt, devem estar em condições de processar uma determinada quantidade de informes no tempo de paz, nas épocas de crise e, com a expressão máxima, na guerra, no momento certo, com procedimento usual e sentido definido.

O fator tempo tem sido um novo elemento de preocupação que aflige o comandante moderno, pois ele tem que competir com equipamentos eletrônicos altamente complexos, e o tempo de retardado aceitável depende da natureza e do valor dos eventos detectados. Ele pode sofrer variações de segundos (quando um ataque é revelado) a meses (no caso de relatórios e informações técnicas obtidas no período de paz).

Para agilizar o processamento de informes e a consequente difusão oportuna de informações é, hodiernamente, obrigatório o emprego de sistemas de informática altamente confiáveis, de grande rapidez, e enlaçados por sistemas de comunicações extremamente seguros.

A velocidade de reação das novas ameaças tem sido o fator crucial para a obtenção da superioridade na GE, porém seus sistemas modernos têm a facilidade de incorporar *software* da melhor tecnologia atual. O que é vital, porém, é a validade da eficiência das modificações realizadas. Os moder-

nos sistemas de GE devem funcionar eficientemente no ambiente altamente denso do campo de batalha eletrônico, prognosticando que a situação será muito mais ativa para o futuro.

O combate eletrônico pode estender-se, desde as mais baixas freqüências empregadas para as comunicações até VHF, as faixas de microondas e ondas milimétricas, até o IV e partes visíveis do espectro eletromagnético.

As condições vividas no tempo de paz não permitem determinar com precisão a vida no ambiente real do campo de batalha eletrônico. Para aproximar da realidade, que irá influenciar decisivamente nos projetos dos mais diversos materiais, na produção, e na formação e especialização dos recursos humanos, para atuar nas áreas de planejamento e operação, todas as atividades do combate eletrônico dependem de simuladores digitais realísticos e híbridos (digital/análogo), para criar o ambiente base destinado à preparação do elemento humano que irá planejar e operar os meios em terra, no mar e no ar.

Os sistemas de simuladores são capazes de estimular algum sistema de MAE e dar, ao usuário, a sensação de um ambiente dinâmico para o emprego do radar (especialmente), que não é praticamente possível de ser alcançado, a não ser sob condições operacionais reais. O realismo é conseguido por meios da reprodução dos sinais car-

racterísticos de todos os tipos de radares, acrescentando algumas variáveis para influir na intensidade dos sinais recebidos, com a finalidade de materializar as variações ocorridas com o movimento das plataformas, radar (aeronaves, meios flutuantes ou mísseis).

A GE ou, mais abrangente mente, o combate eletrônico é um mercado em rápida expansão nos negócios com materiais de defesa. Os equipamentos para as MAE e CME estão sendo desenvolvidos rapidamente, para acompanhar o vertiginoso progresso tecnológico aplicado aos materiais de eletrônica militar. A maior vantagem apresentada pelos materiais de MAE é que suas tarefas são internamente passivas e os detectores podem ser pequenos e bem ocultos.

O emprego da GE no período de paz e crise permite ao comando interceptar, classificar, determinar a categoria, analisar e armazenar a identidade eletrônica nas faixas de freqüências de microondas e preparar a ordem de batalha eletrônica da ameaça. Essas informações podem também ser empregadas para programar outros sistemas de GE.

No tempo de guerra os sistemas de GE proporcionam dados para alerta antecipado em combinação com sistemas ativo de alerta.

As informações oriundas das atividades de GE são produzidas nas fontes das MAE, para uso em outros centros de operações e para aplicação de contramedidas ofensivas e defensivas de GE contra

ameaças conhecidas e desconhecidas.

Sob as mesmas condições, sensores de GE podem ser empregados autonomamente, sem MAE ativas radar realizando todas, mas apenas uma das funções de um sistema radar, e apresentar muitas vantagens sobre ele. Ele pode detectar, discretamente, o alvo e determinar sua direção e localização, porém não pode determinar seu alcance. Outras vantagens da GE sobre radar são a determinação da classificação radar (usando os dados armazenados na biblioteca), suas funções de cobertura da operação e determinação da direção da CME (conjunto de interferência), para os quais o radar ativo tem apenas possibilidades limitadas.

Um comandante operacional poderá ter, à sua disposição, um radar principal de longo alcance, um radar para baixa altitude e sensores de GE instalados sobre o solo. Todos esses equipamentos são alvos de muito grande valor e contra os quais um potencial inimigo poderá tentar a destruição logo no início de um conflito.

Um radar que conta com transmissões ativas para obter alcance e direção pode ser detectado e facilmente localizado. Os sistemas passivos de GE não podem ser detectados por meios eletrônicos e são, portanto, os sensores básicos para detecção em longo alcance e identificação de alvos no ar e sobre a superfície. O emprego de ra-

dar ativo deve ser o mínimo, reduzindo o risco de ataque por um míssil antiirradiação (MAI).

Detecções em muito grande alcance e identificação podem ser alcançadas passivamente empregando-se, para essas tarefas, sensores de GE.

Com o crescente emprego do radar pelos sistemas de defesa aérea e do campo de batalha terrestre, há uma necessidade urgente de ser usado sistemas de GE confiáveis com base terrestre para apoiar a FT em suas operações.

Os sistemas de GE com base no solo fornecem, ao comando, o acesso imediato às principais fontes de informações sobre o dispositivo, o valor e às intenções das forças inimigas, e colocam à disposição os meios técnicos para monitorar e analisar o emprego do espectro de microondas pelas forças hostis.

As informações assim obtidas podem auxiliar no eficaz emprego da interferência contra os radares interceptados, ou podem ser usadas para orientar os sistemas de armas para destruição ou neutralização da ameaça radar.

Pelos comentários expostos, é possível sentir a importância das Info Elt como um componente do combate eletrônico ou da GE. Como foi escrito logo no início desta exposição, em certas forças armadas as Info Elt não são consideradas uma divisão de GE, embora suas atividades estejam ligadas e

se interpenetrem. Caberá ao leitor uma pesquisa mais profunda, pois as idéias aí estão para agitar-lhe o raciocínio.



HUMBERTO JOSÉ CORRÊA DE OLIVEIRA Cel, é autor e tem publicados, em revistas militares brasileiras e do exterior, trabalhos sobre Comunicações e Guerra Eletrônica (GE). É considerado pioneiro da GE no Exército Brasileiro. Possui os cursos da AMAN (Tu 1952); EsCom; EsAO (Tu 1962); ECUME (Tu 1967), ESG (1973). Além do Curso de Navegação Espacial (Escola Naval), Comunicações por Satélites (USAS-CS) e da ESG da Franca (1977 a 1978). Foi Instrutor

de Comunicações da EsSA (1956 a 1959), do Curso de Comunicações da AMAN (1960, 1961, 1963 e 1964), Instrutor-Chefe de Emprego Tático das Comunicações e Subcomandante da EsCom (1969 a 1972). Comandou o 4º BComEx (1974 a 1976). Foi Chefe do Gabinete da extinta DCom e da DMCE. Na 3ª Subchefia do EME, exerceu as funções de Chefe do NICIGE (Núcleo de Instalação do Centro de Instrução de GE), e Executivo da CC-CAGE (Comissão de Coordenação e Controle das Atividades de GE). Reformado por motivos de saúde, em setembro de 1986, ainda se dedica à pesquisa e produção de trabalhos sobre GE e Comunicações.