



# UMA VISÃO PANORÂMICA DA CME NAS OPERAÇÕES TERRESTRES

**Humberto José Corrêa de Oliveira**

*"Uti, nom abuti."*

---

*Através dos artigos de Humberto José Corrêa de Oliveira, A Defesa Nacional vêm difundindo informações sobre a Guerra Eletrônica, cujas atividades ocupam posição de indiscutível relevo na guerra moderna.*

*Desta feita, ele trata das Contramedidas Eletrônicas (CME) no âmbito das operações militares, dentro do estilo didático e doutrinário que caracteriza seus escritos.*

---

## COMENTÁRIOS INICIAIS

**A**GE é um fato consumado no cotidiano e não tem fronteiras. Ela é decorrente de um fenômeno deste século, dinamizado de maneira crescente nas últimas décadas, que aprecia o acelerado desenvolvi-

mento dos sistemas de comunicações e dos dispositivos eletrônicos aplicados à Arte da Guerra, em especial quando associados aos sistemas de armas.

A expressão "Guerra Eletrônica" tem sido difícil de circunscrever e precisar, podendo acar-

retar falsas interpretações; daí, dar oportunidade a uma breve análise, dos dois termos da expressão em causa.

Para o leigo, a GE é uma luta particularizada entre as "eletrônicas" das forças oponentes em presença, para se interceptarem e/ou neutralizarem, e que se manifesta essencialmente

por atividades de escuta e interferência intencional.

O assunto é muito mais amplo e na GE existem ações defensivas e ofensivas, que resultam integralmente da manobra geral, e não do domínio unicamente reservado aos cientistas, engenheiros e especialistas sobre o assunto.

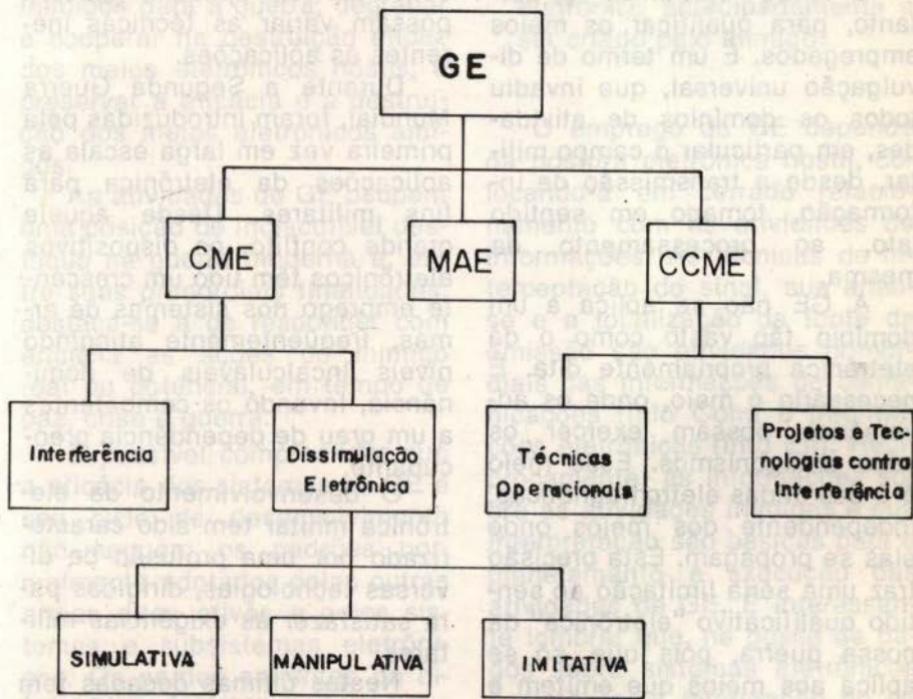


Figura 1 – Estrutura da GE das operações terrestres

A GE é uma responsabilidade do comandante e situa-se, incontestavelmente, em todos os níveis de comando. É, portanto, uma forma de combate, que se releva da tática ou da estratégia, segundo o escalão que se coloca – é uma guerra, sem a condição de se tomar este termo no sentido da manobra caracterizada pelos meios, do mesmo modo como denominamos "guerra nuclear", "guerra química" etc.

O termo "eletrônica" é, portanto, para qualificar os meios empregados. É um termo de divulgação universal, que invadiu todos os domínios de atividades, em particular o campo militar, desde a transmissão da informação, tomado em sentido lato, ao processamento da mesma.

A GE não se aplica a um domínio tão vasto como o da eletrônica propriamente dita. É necessário o meio, onde os adversários possam exercer os seus antagonismos. Esse meio é o das ondas eletromagnéticas, independente dos meios onde elas se propagam. Esta precisão traz uma séria limitação ao sentido qualificativo "eletrônica" da nossa guerra, pois que só se aplica aos meios que emitem e recebem irradiações eletromagnéticas.

A gama dos materiais que hoje utilizam uma grande parte do espectro ele-

tromagnético é muito elevada e participam de sistemas, tais como os radioelétricos de comunicações; de radares de todos os tipos; de direção e controle de todos os tipos de veículos; de auxílio à navegação; dispositivos infravermelho (IV) e eletroóptico etc.

Das considerações já feitas, é possível antever o duplo domínio de aplicação da GE: o das comunicações e o das não-comunicações, onde os mesmos conceitos se aplicam, embora possam variar as técnicas inerentes às aplicações.

Durante a Segunda Guerra Mundial, foram introduzidas pela primeira vez em larga escala as aplicações da eletrônica para fins militares. Desde aquele grande conflito, os dispositivos eletrônicos têm tido um crescente emprego nos sistemas de armas, freqüentemente atingindo níveis incalculáveis de dominância, levando os combatentes a um grau de dependência preocupante.

O desenvolvimento da eletrônica militar tem sido caracterizado por uma profusão de diversas tecnologias, dirigidas para satisfazer as exigências militares.

Nestas últimas décadas tem havido uma tendência para dividir a GE em várias atividades, grupando-as sob a denominação de: medidas de apoio eletrônico (MAE); contramedidas eletrôni-

cas (CME); e contracontramedidas eletrônicas (CCME).

Essas atividades, usualmente referidas como GE, têm orientado os programas de pesquisa e desenvolvimento (P & D) para as aplicações operacionais em níveis estratégico e tático.

A GE pode ser entendida como o emprego de dispositivos eletrônicos e técnicas, com a finalidade de: determinar a existência dos meios eletrônicos inimigos para a guerra; degradar e cooperar na destruição eficaz dos meios eletrônicos hostis; e preservar a eficácia e a destruição dos meios eletrônicos amigos.

As atividades de GE ocupam uma posição de indiscutível destaque na guerra moderna e, entre suas primordiais finalidades, destaca-se a de responder com eficácia as ações do inimigo real ou potencial, em tempo de paz, crise e guerra.

É possível compreender que a eficácia dos sistemas de GE e seu ciclo de desenvolvimento não seguem os padrões normalmente adotados pelas outras armas ditas ativas e pelos sistemas e subsistemas eletrônicos. Os pontos salientes na diferença podem ser mencionados como sendo:

- as necessidades e características dos sistemas de GE são reconhecidas quando a exis-

tência de meios eletrônicos inimigos são conhecidos e postulados;

- a eficiência de um sistema de GE não pode ser demonstrado independentemente dos meios utilizados pelo inimigo, seja de forma real ou simulada; e
- o êxito futuro de uma GE somente poderá ser imaginado de acordo com o ambiente eletrônico antecipadamente a ser criado pelo inimigo.

O emprego da GE depende da postura eletrônica hostil, colocando-a em cerrado relacionamento com as atividades de informações. As técnicas de interceptação do sinal, sua análise e a localização da fonte de emissão são atividades primordiais das informações de comunicações (Info Com) e informações eletrônicas (Info Elt). Reciprocamente, as informações sobre as atividades inimigas e sua interpretação são básicas para o planejamento e execução das atividades de GE. É interessante lembrar que, na busca de dados sobre sistemas eletrônicos complexos, a informação do sinal (Info Sin) pode não ser uma tarefa simples, pois, como é sabido, ela é implementada pelas Info Com, Info Elt e pelas informações telemétricas (Info TIM).

## COMENTÁRIOS GERAIS SOBRE AS CME

As CME objetivam a redução ou neutralização do uso efetivo do espectro eletromagnético pelo inimigo, atuando contra seus sistemas de comunicações, radares associados ou não a sistemas de armas, dispositivos de direção e controle de armas, impondo-lhe a necessidade de possuir e empregar meios alternativos ou adicionais. Além dos aspectos citados, as CME são empregadas para confundir os operadores inimigos.

As CME estão, normalmente, sob a supervisão do oficial de operações (E3) nos escalões Divisão e superiores. Em princípio, há restrições para o planejamento e emprego de técnicas de CME nos escalões Brigada e menores, só acontecendo mediante plena aprovação da Divisão ou em situações especiais, por exemplo, quando a Brigada estiver realizando uma operação isolada.

As atuais forças terrestres (FT) empregam uma grande quantidade de materiais eletrônicos, em especial conjuntos-rádio de baixa potência, em VHF/FM. Tal abundância, que retrata também a atual dependência eletrônica, obriga o deslocamento e a permanência de materiais de GE (que cobrem a faixa VHF) para áreas muito próximas do LAADA, sujeitando-

os à localização pela radiogoniometria e destruição por meio de sistemas de armas inimigos.

Os recursos humanos e materiais de GE são críticos e de elevado valor quanto ao custo e formação, afirmação facilmente percebida ao longo desta exposição. Normalmente, os comandantes de Brigada e escalões menores, em coordenação com o E3 divisionário, são os responsáveis pelo posicionamento dos meios de GE no âmbito de suas áreas de responsabilidade territorial.

As operações de CME são consideradas sob dois aspectos, no que concerne ao emprego operacional: a interferência intencional e a dissimulação eletrônica.

Provavelmente, o mais confuso e pouco entendido aspecto da eletrônica militar seja o P & D dos materiais empregados nas CME, considerando que eles absorvem um grande fluxo de conhecimentos tecnológicos para a produção de materiais que se oponham eficazmente à eletrônica inimiga. É muito válida a implantação de programas de CME para fazer face à crescente dependência que as FT têm das modernas armas eletrônicas. Embora os modernos sistemas eletrônicos militares tenham incorporado importantes dispositivos e circuitos de CCME, as vulnerabilidades parecem crescer tremendamente e a

importância das CME se avulta dia a dia.

As complexas tecnologias adotadas para conter eficazmente o emprego do espectro eletromagnético por parte do inimigo não podem ser pensadas e colocadas em prática apenas no tempo de guerra.

o desenvolvimento do sistema de CME tem que atender a grande demanda de tecnologia e componentes pouco usuais, considerando que:

- as exigências operacionais estão continuamente mudando, com o desenvolvimento e adoção de novos meios eletrônicos pelo inimigo, os quais são alvos potenciais para as CME;
- as possibilidades e vulnerabilidades dos sistemas alvo são conhecidas somente por meio de verificações realizadas com a contribuição de equipamentos de contramedidas e reconhecimento eletrônico, especialmente desenvolvidos para atender às exigências operacionais;
- a potencial utilização completa do espectro eletromagnético, de todos os tipos de modulação; e
- a máxima eficiência e a segurança das informações sobre os sistemas alvo exigem ex-

trema versatilidade nos dispositivos e técnicas, em termos de projetos e parâmetros operacionais.

Freqüentemente, a demanda de equipamentos de CME requer o emprego de tecnologias e componentes não totalmente "amadurecidos" pelo uso; e muitas pesquisas são direcionadas para solucionar um problema específico. Um sistema de interferência destinado para atuar contra um determinado sistema alvo tem sua aplicação limitada, quando utilizado contra outros sistemas alvo. Raciocínio similar pode ser efetuado sobre os sistemas destinados para atuar sobre múltiplos sistemas alvo, ficando seu desempenho limitado, quando se quer empregar contra um sistema alvo específico. Este raciocínio muito simples demonstra que a escolha de equipamentos de CME é uma tarefa extraordinariamente complexa, quando vista sob a óptica operacional.

É necessário meditar que algumas tecnologias adotadas para possibilitar a classificação e análise de sinais, e para produzir um substancial aumento de potência irradiada sobre uma larga faixa de frequência, têm relativamente pouco valor, a não ser quando aplicados em equipamentos de CME.

O desenvolvimento dessas tecnologias exige, em muitos casos, a P & D de componentes e circuitos especiais para a produção de: dispositivos de sintonia eletrônica; amplificadores e misturadores para faixa larga; osciladores de CW de alta potência; e geradores de ruído. Tais dispositivos têm aplicação muito adstrita aos equipamentos de CME.

Se, por um lado, a P & D são limitados em determinada direção, por outro, o desenvolvimento de tecnologias, componentes e circuitos tem propiciado a promoção do estado da arte, elevando os conhecimentos e o desempenho dos materiais no campo da eletrônica em geral, tendo como resultado o esforço para produzir CME.

## PERSPECTIVA DAS CME NA GUERRA MODERNA

Nesta exposição, as CME serão consideradas nas operações terrestres sob o ponto de vista tático.

A situação tática, o terreno e as áreas de apoio afetam o problema de como destruir ou degradar as comunicações, sistemas de armas e dispositivos de vigilância inimigos.

As aplicações táticas das CME estão direcionadas contra: as redes de comunicações táticas, os radares de rastreamento

dos tiros de artilharia e de morteiros, os radares de bombardeiros táticos, os sistemas de mísseis, os sistemas de vigilância por veículos pilotados remotamente (VPR) e os dispositivos de vigilância eletrônica instalados sobre o solo ou em aeronaves, tais como: receptores de interceptação, radares indicadores de alvos em movimento e de infravermelho (IV).

Também serão brevemente consideradas as aplicações das CME na pré-ativação das espoletas de tempo variável e contra os repetidores de interferência.

Para que haja a possibilidade de uma eficaz CME é imprescindível que exista um sistema de interceptação para obtenção de informações sobre a situação eletrônica inimiga que, após processados, fornecerão às CME, as Info Com e Info Elt que forem necessárias à eficácia da missão.

Os conhecimentos obtidos das emissões de sinais inimigos (Info Sin - Info Com e Info Elt), por meio do sistema de interceptação, permitem um acesso preciso aos meios eletrônicos inimigos, o planejamento e a preparação das missões de CME, quando for oportuno. O valor geral dos sistemas interceptados cria condições para a pintura de um quadro sobre o ambiente do sinal inimigo, que é conhecido como a ordem de batalha eletrônica inimiga (OBEI),

a qual é totalmente empregada sob o ponto de vista de informações. A localização e as características dos transmissores de comunicações, radares e meios de navegação inimigos têm especial importância e emprego direto nas operações. A aplicação de alguns dados interceptados é de suma importância para o emprego de CME ativas e representa uma aplicação tática específica. Assim, o conhecimento preciso das características operacionais de um determinado tipo de radar permitirá a otimização de CME contra um particular alvo radar.

É possível sentir, em amplo senso, que o aumento de sinais eletromagnéticos nas operações militares tem proporcionado o crescimento de importância e a proliferação dos sistemas de interceptação eletrônica. A obtenção de informações precisas sobre as emissões inimigas, mesmo com o emprego dos mais complexos e modernos sistemas de interceptação atualmente adotados, é uma tremenda tarefa; porém, as informações obtidas sobre a postura militar e tecnológica inimiga são proporcionais ao esforço efetuado.

A interferência internacional tem dado motivos para profundos estudos técnicos de relevante importância, freqüentemente citados ao longo desta exposição. Ela é produzida por

meio de ondas eletromagnéticas, com o propósito de impedir, degradar ou dificultar a recepção de uma emissão.

Para que a missão de interferência tenha eficácia é necessário que haja compatibilidade entre o gerador de interferência e o receptor alvo. Além de vários outros fatores técnicos, deve ser considerada a distância que os separa de modo a conseguir o pretendido nível de interferência.

Para o comandante que determinou o emprego de CME, a interferência deve complementar seu conceito de operação; porém, para o planejador, deve ser calculada, precisamente, a oportunidade de aplicação e o tempo de duração. Quando aplicada, deve ser efetuado um detalhado acompanhamento, para avaliar acuradamente os efeitos e as possíveis reações inimigas, especialmente no sentido de localizar e destruir o conjunto de interferência amigo.

A interferência intencional como CME, quando adequadamente aplicada, pode:

- impedir ou perturbar o funcionamento das principais redes de comando e controle, reduzindo o poder de combate inimigo sobre determinado setor crítico para as forças amigas;
- criar condições para o desen-

- volvimento de uma operação de dissimulação eletrônica;
- reduzir ou negar a possibilidade de reação e flexibilidade das forças inimigas, levando-as a alterar sua situação operacional, empregando reservas e mudando de direção;
- reduzir a eficácia do apoio de fogo;
- tornar impraticável o emprego dos sistemas de controle aéreo inimigo em benefício da superioridade aérea amiga, dificultando a realização de operações aeroterrestres e aeronáveis hostis;
- proteger as forças amigas contra o emprego de projéteis com dispositivos de direção, controle e arrebentamento eletrônicos;
- perturbar o fluxo de suprimentos críticos para o inimigo (munições e COL), por meio de sistemática interferência nas suas redes rádio logísticas ou administrativas;
- desorientar os sistemas de alerta e-defesa aérea;
- explorar as vulnerabilidades existentes no desempenho dos materiais de comunicações e de eletrônica inimigos; e

- influir no moral do adversário, conduzindo-o ao descrédito nos seus materiais e sistemas de comunicações e de eletrônica.

Outro aspecto das CME é a dissimulação eletrônica (DElt), cuja abordagem será feita como noticia, para compor o quadro geral das CME.

A DElt é um dos aspectos da CME muito empregado contra os sistemas de comunicações táticos, levando o inimigo a interpretar erradamente os sinais recebidos, podendo ser visualizada sob três aspectos: dissimulação eletrônica simulativa (DES); dissimulação eletrônica manipulativa (DEM); e dissimulação eletrônica imitativa (DEI).

A DES é a geração de emissões eletromagnéticas com a finalidade de representar possibilidades reais ou imaginárias, de modo a confundir as forças hostis.

A DEM é a deliberada alteração das características das emissões eletromagnéticas amigas, seus padrões ou procedimentos, com a finalidade de fornecer falsas informações e indicadores ao inimigo, que possam ser usadas por ele como sendo verdadeiras, induzindo-o ao erro. A DEM faz parte dos planos de contra-informações ou de operações de segurança.

A DEM é desencadeada mediante ordem do comandante, empregando seus meios e as redes rádio sob o seu controle; porém, deve manter cerrado controle e coordenação para evitar a confusão entre os radiooperadores amigos. Os escalões superior e vizinhos deverão ser informados quanto ao início e a direção da operação. Esse procedimento também inclui as outras forças singulares que estejam na área, para evitar que sejam afetadas pela operação de DEI.

A DEI é a introdução de irradiação nos canais de comunicações hostis, com a finalidade de iludi-lo, usando seus indicativos de chamada, suas normas de exploração e instruções para o emprego das comunicações, de modo a obter uma reação em benefício da manobra tática amiga.

A DEI é uma operação que deve ser detalhadamente planejada e sua execução deve seguir o fator oportunidade. Em princípio, uma operação como esta deve ser desencadeada quando for observado o estado de esgotamento das forças inimigas, freqüentemente evidenciado pela diminuição de medidas de segurança de seus radiooperadores. Na preparação, além dos requisitos materiais e técnicos indispensáveis, é imperioso ser empregado pessoal habilitado no idioma, normas de

exploração e modismos inimigos.

Não é difícil o emprego de operações de DEI, quando o inimigo tem baixo padrão de instrução e é normalmente descuidado por temperamento ou por falta de disciplina.

A DEI deve ser rigorosamente controlada pelos canais de operações. Se as comunicações inimigas forem iludidas, é possível a captação de uma grande quantidade de informações; porém, a operação poderá ser comprometida, caso o inimigo reconheça que está sendo ladrado.

Com o emprego de radares associados aos sistemas de armas, a dissimulação radar tem sofrido um enfoque especial, sendo utilizados os métodos assim denominados:

- *confusão* – destinado, normalmente, para a defesa de uma área, tornando maiores os ecos amigos e fornecendo ao inimigo falsos ecos (são lançados determinados tipos de projétils, que contêm elementos que provocam falsos ecos);
- *distração* – normalmente destinado para autodefesa; quando são detectados radares, ameaça especialmente aqueles que guiam os mísseis (essencialmente, este método fornece uma série de ecos

falsos, tentando desorientar o radar-guia ou a ogiva eletrônica do próprio míssil); e

- **sedução** – também empregado como autodefesa, é utilizado contra radares de direção automática e ogivas de combate de mísseis (este método tenta interromper a trajetória do míssil, produzindo sua pré-destruição ou desvio para um alvo fictício).

A DEI é um dos componentes de uma operação mais ampla, destinada a cumprir objetivos específicos, que é planejada e coordenada pelo E3, em combinação com as demais seções do estado-maior.

Pelo exposto, as CME são consideradas uma arma que possibilita: parar o comando inimigo, bloquear ou enganar seu conhecimento e meios de informações; obstruir ou reduzir sua direção eletrônica e alterar a eficácia dos seus sistemas de armas.

## AS CME NAS OPERAÇÕES TERRESTRES

No ambiente terrestre, as CME são consideradas uma arma tática nas mãos de um comandante, que seleciona o aspecto (interferência e dissimulação eletrônica) e o momento adequado para emprego. Embo-

ra as CME tenham aplicações estratégicas e táticas, apenas estas serão consideradas nesta exposição.

As armas táticas têm emprego até às unidades de combate básicas da FT, e suas ações ou efeitos letais têm limitações e não ultrapassam alguns quilômetros quadrados de terreno. Porém, as CME, consideradas arma tática, devido à suas propriedades eletromagnéticas, podem ter seus efeitos sobre outras áreas, do que as ocupadas pela unidade de combate e seus oponentes imediatos.

Portanto, é muito importante considerar que o livre emprego das CME pode acarretar efeitos contrários aos interesses de quem as empregam.

As CME podem ser consideradas uma arma com dois gumes!

As missões das CME mais intimamente relacionadas com as operações das FT incluem atividades de CME contra: as redes de comunicações radiotáticas; os radares de localização e tiro de artilharia e morteiros; os radares de busca e bombardeio tático de precisão; os sistemas de direção de mísseis; os sistemas de direção e comunicações de VPR; os sistemas de vigilância eletrônica; o funcionamento eficaz das espoletas de tempo variável; e repetidores inimigos de CME.

O leitor poderá notar que várias missões citadas estão associadas com ambientes outros que não o terrestre. Adiante, serão feitos comentários resumidos sobre as missões anteriormente relacionadas.

### CME contra as redes de comunicações radiotáticas

A interferência contra as comunicações radiotáticas é um problema complexo e a eficácia de algumas missões é também difícil de ser avaliada.

O termo tático significa uma aplicação limitada em alcance e nas dimensões de área de atuação a ser coberta pelo conjunto de interferência. Os equipamentos são móveis, transportáveis ou descartáveis e cobrem a gama de freqüências de HF, VHF e UHF.

As comunicações táticas no campo de batalha, geralmente, cobrem distâncias da ordem de 20 a 200 km e utilizam freqüências compreendidas entre 1,6 e 500 MHz.

Três fatores podem ser considerados no emprego da interferência contra as comunicações rádio: a potência e localização dos conjuntos de interferência; a interferência que poderá acarretar nas comunicações amigas; e o valor das informações.

Potência e localização dos conjuntos de interferência são fatores que preocupam o co-

mandante e os planejadores da interferência. Em geral, os conjuntos de interferência possuem altas potências irradiantes e são desdobrados em terrenos elevados. Essas exigências são necessárias para que a interferência gerada tenha a máxima eficácia, considerando que o conjunto de interferência fica instalado, freqüentemente, a grandes distâncias do receptor alvo, quando comparadas com o espaço que o separa do seu transmissor de comunicações. O fator potência sofre aumento quando entram no problema elementos relacionados com a propagação e localização do conjunto de interferência em terreno protegido (é interessante visualizar o conjunto de interferência e o receptor alvo instalados sobre o solo). É possível sentir que a interferência é uma notável e difícil mistura de arte e ciência, que os conjuntos de interferência devem atender para que possam cumprir as missões no moderno cenário do combate eletrônico.

Quanto mais elevada for a potência do sinal irradiado, maior será a probabilidade do receptor alvo ser interferido. Entretanto, quanto maior for a potência do transmissor do conjunto de interferência, maior volume de material será necessário e maiores serão os problemas concernentes à instalação sobre o solo. Em suma, o sistema,

como um todo, será maior, menos móvel, possivelmente mais eficaz e mais dispendioso. A vantagem produzida pela grande potência pode ser anulada ou diminuída, caso ele tenha que ser empregado próximo ao LAADA, contribuindo para aumentar-lhe a vulnerabilidade à interceptação, localização e destruição pelo inimigo. Essas possibilidades devem ser cuidadosamente levantadas, para que sejam tomadas medidas de proteção para os conjuntos de interferência.

Os conjuntos de interferência têm possibilidade de interferir sobre as comunicações amigas. Muitos enlaces de comunicações amigas operaram na mesma porção do espectro de freqüências, onde estão operando os enlaces de comunicações inimigas, não sendo possível eliminar completamente a interferência nos sistemas de comunicações amigas.

A interferência intencional pode ser diminuída por meio do emprego de dispositivos ou técnicas tais como: antenas direcionais e esquemas de correlação do sinal. Naturalmente, devem ser formuladas considerações para a obtenção de efeitos positivos dos dispositivos e técnicas.

O último fator a ser considerado é o valor relativo das informações obtidas das comunicações inimigas interceptadas e

monitoradas, antes de ser decidido empregar a interferência sobre elas.

Sob os pontos de vista técnico e tático, três modos são possíveis para efetuar interferência sobre as comunicações táticas.

O procedimento mais adequado é instalar os conjuntos de interferência atrás das linhas amigas, para que eles transmitam, com a adequada intensidade, os sinais de interferência para o território inimigo, onde estão localizados os receptores alvo.

É sempre útil lembrar que as potências muito elevadas dos sinais irradiados para produzir uma interferência eficaz podem tornar-se uma desvantagem, quando as redes de comunicações amigas sofrerem interferências causadas pelas altas potências dos conjuntos de interferência.

Outra maneira de interferir sobre os enlaces de comunicações inimigas instalados sobre o solo é empregar equipamentos de interferência instalados em aeronaves, especialmente em helicópteros. Esses materiais, além de pouco peso e potência, têm a possibilidade de ampliar o alcance do sinal interferente para áreas bem à retaguarda da zona de combate inimiga, em função da altitude de vôo da aeronave.

Finalmente, outro modo de

interferir é empregar conjuntos de interferência descartáveis, instalados no território inimigo ou em áreas que serão abandonadas e que serão obviamente ocupadas pelas forças hostis. Esses materiais têm pouco peso, dimensões e potência irradiante; além disso, a vida do dispositivo é função da duração de sua fonte de alimentação a bateria.

Alguns problemas são acrescidos ao emprego terrestre e aéreo de conjuntos de interferência, considerando-se a proteção física dos materiais, a manutenção dos equipamentos e dos veículos onde estão montados, a manutenção dos materiais eletrônicos das aeronaves etc. Embora tudo tenha que ser avaliado no planejamento de uma missão de interferência contra as comunicações táticas inimigas, espera-se que sejam superados pelos detalhes considerados na elaboração da operação.

### CME contra radares de localização e tiro de artilharia e morteiros

Sob uma óptica técnica, os problemas encontrados para interferir nos radares de localização e tiro de artilharia e morteiros são os mesmos que são encontrados para interferir sobre outros tipos de radar de acom-

panhamento. Entretanto, um especial problema freqüentemente aparece, envolvendo uma desvantagem de potência em decorrência do posicionamento do conjunto de interferência e do radar-alvo.

Quando os radares de localização e tiro de artilharia e morteiros são instalados em posições desenfiadas é, freqüentemente, impossível posicionar os conjuntos de interferência em sítios vantajosos. As antenas do radar-alvo estarão suficientemente protegidas pela configuração do terreno, apenas recebendo uma pequena atuação dos sinais interferentes.

Se a potência irradiada for aumentada, com a finalidade de superar as perdas, o conjunto de interferência pode transformar-se em um alvo altamente compensador para os fogos de artilharia ou sistemas de mísseis inimigos.

Outra solução pode ser adotada contra os radares de localização e tiro de artilharia inimigos, empregando uma grande quantidade de "chaff", para mascarar as trajetórias das granadas amigas. O "chaff" pode ser lançado antes do início da concentração de fogos de artilharia e morteiro; porém, deve ser calculada a quantidade de "chaff" a ser lançado, sua velocidade de queda e os efeitos das condições meteorológicas, especialmente quanto a veloci-

dade e duração do vento, na distribuição do "chaff".

O "chaff" é um processo que emprega fitas metálicas ou metalizadas; foi criado durante a II Guerra Mundial.

Apresenta vantagem de produzir muitos ecos em uma larga faixa do espectro eletromagnético; causa uma grande interferência nos radares; gera uma largura média de faixa de resposta, que seria proibitiva em termos de eletrônica; e o material empregado na sua fabricação é de custo reduzido.

Por outro lado, apresenta, entre outras, as seguintes desvantagens: é muito suscetível às condições meteorológicas; é ineficaz contra alguns tipos de radar (os "pulse doppler radar", por exemplo); interfere nos sistemas de radares amigos; e pode inutilizar os motores ou as turbinas das aeronaves, caso sejam lançados por elas.

### A CME contra os radares de busca e bombardeio tático de precisão

Não é o propósito desta exposição tratar deste assunto; apenas farei menção para não deixá-lo esquecido, dando oportunidade aos estudiosos e especialista em artilharia antiaérea. Obscurecer ou mascarar os alvos reais e criar alvos falsos são soluções empregadas em situações táticas e estratégicas.

Nos casos onde somente uma pequena área necessita ser defendida e sobre a qual o inimigo usa bombas de alto explosivo, um pequeno número de conjuntos de interferência de baixa potência pode ser suficiente para produzir uma grande medida de proteção.

Naturalmente, há problemas quanto à instalação dos conjuntos de interferência em sítios adequados, à ativação do sistema de interferência no preciso momento, e à manutenção dos equipamentos em campanha.

Provavelmente, o procedimento mais aceitável para obscurecer ou mascarar um alvo é reduzir o eco a ser recebido pelo radar do bombardeiro.

A mudança, em larga escala, nos contornos físicos e o uso liberal de materiais absorventes só são praticáveis, quando empregados sobre uma área limitada.

Outro método para mudar a visualização da topografia no radar é fornecer falsas respostas aos sinais, suficientemente grandes e numerosas para mascarar os destaque de uma área. Refletores e repetidores de interferência são capazes de produzir, convenientemente, ecos falsos. Finalmente, é possível aumentar o nível de ruído de fundo, empregando numerosos conjuntos de interferência geradores de ruídos. Esse tipo de interferência fornece um determi-

nado nível de sinal, abaixo do qual os débeis sinais dos ecos são mascarados. Uma cuidadosa combinação, integrando alvos falsos gerados por refletores e repetidores de interferência, apoiada, se necessário, por conjuntos de interferência geradores de ruídos, é capaz de alterar drasticamente a fisionomia radar. Tal combinação deve ser o produto de um planejamento tático e técnico muito detalhado. Em algumas situações, a instalação de uns poucos conjuntos de interferência de baixa potência tem produzido bons resultados.

O conceito de uma defesa de área contra muitas aeronaves atacantes não se aplica em algumas situações. Uma instalação isolada da FT pode ser mais eficazmente defendida por meio de CME dirigidas, para incapacitar o radar da aeronave quando ela estiver sobrevoando as vizinhanças do alvo.

Um poderoso conjunto de interferência com uma antena direcional pode concentrar suficiente potência, irradiando-a contra o radar do bombardeiro, para saturar-lhe o receptor, através dos lóbulos menores da antena do radar. Se os elementos fornecidos pelo radar forem os únicos guias para o bombardeiro, ele pode, então, ser obrigado a efetuar ataque contra o conjunto de interferência, por falta de um melhor alvo.

### CME contra os sistemas de direção de mísseis

Os sistemas de mísseis táticos empregados na guerra terrestre podem ser grupados nas seguintes categorias gerais: sistemas de mísseis solo-solo; sistemas de mísseis solo-ar; e sistemas de mísseis ar-solo.

Desses sistemas, o solo-solo, provavelmente, como um grupo, é o menos suscetível às CME. Muitos mísseis desse grupo são do tipo balístico, não guiados ou guiados apenas na parte inicial de sua trajetória. As CME podem ser aplicadas no complexo de controles rádio ou radar, instalados sobre o solo, durante a fase de direcionamento.

Algumas dificuldades quanto à aplicação das CME serão relacionadas, na tentativa de pintar um quadro dos problemas, que o planejamento irá encontrar:

- o complexo de controle pode não ser facilmente encontrado;
- a distância entre o conjunto de interferência e o complexo de direção pode ser grande;
- o período de tempo de transmissão dos rádios ou radares de direção pode ser curto; e
- os códigos de segurança podem ser usados em enlaces de comando.

Esses problemas podem ser aliviados quando o míssil dirigido por rádio ou radar possa sofrer um CME na fase do seu curso médio ou terminal da trajetória. Os mísseis transportados e controlados de aeronaves podem ser mais facilmente localizados do que os dirigidos por um complexo de controle instalado sobre o solo, e, além disso, a distância entre o conjunto de interferência e o receptor-alvo.

Os sistemas de mísseis solo-ar, de curto alcance, são empregados no campo de batalha moderno contra aeronaves, RPV e mísseis. Esses sistemas, geralmente, poderão ter, como parte de seus sistemas de direção, radares de aquisição e de acompanhamento. Esses radares podem ser submetidos a CME; porém, devem ser observados certos cuidados quando forem aplicadas as contramedidas. Por exemplo: o inimigo poderá ser alertado por um dos seus radares de aquisição sobre a presença de uma aeronave voando em baixa altitude, cujo conjunto de interferência estiver ligado, e uma penetração profunda poderá ser alcançada, se o equipamento estiver desligado. Outro exemplo: alguns radares de rastreamento, instalados sobre o solo e alguns mísseis com a capacidade de busca de alvo, são capazes de seguir o ruído; logo, uma CME diferente

da interferência de ruído deverá ser empregada contra aqueles radares.

As CME também podem ter suas aplicações dificultadas contra sistemas de mísseis táticos ar-solo, desde que muitos desses sistemas utilizem mísseis não-guiados ou inercialmente guiados. Os meios para aquisição de alvos para esses sistemas podem ser mais suscetíveis à CME do que eles próprios.

Uma evidente CME contra mísseis ar-solo de busca eletromagnética é desligar a fonte de irradiação que está sendo atacada. Se isso não for possível, técnicas de dissimulação, tais como a geração de falsos alvos, podem ser empregadas para desorientar o míssil.

#### **CME contra os sistemas de direção e comunicações de VPR**

Em junho de 1982, veículos pilotados remotamente (VPR), também conhecidos como miniaviões sem piloto, aeronaves de controle remoto (ACR) ou veículos de controle remoto foram amplamente empregados com êxito pelas forças de Israel, contra os sírios, no vale de Bekaz. Foram usados dois tipos de VPR denominados: Scout e Mastiff.

Essas aeronaves são muito

pequenas, quanto às suas dimensões e peso. Por exemplo, o Scout possui uma envergadura de 3,60m, por 3,51m de comprimento e 0,94m de altura. A maioria dessas miniaeronaves são fabricadas com fibra de vidro, sendo, praticamente, transparentes ao radar. Conseqüentemente, sua detecção e localização por meio dos radares inimigos é muito difícil e, assim, são capazes de penetrar no espaço aéreo hostil com um mínimo de risco de serem abatidas. Por essa razão, são ideais para o cumprimento de missões de reconhecimento e vigilância do campo de batalha.

Algumas versões estão equipadas com câmaras de televisão (TV) com sistemas de lentes tipo zoom e um sistema de comunicações que envia, para um centro de comando e controle instalado no solo, um fluxo contínuo de imagens sobre as posições inimigas e outros alvos.

Outras versões são equipadas com um refletor de radar, que devolve os ecos radar comparáveis aos de um avião de ataque. Além do exposto, outros VPR funcionam como plataformas de MAE, interceptando e analisando emissões de radares inimigos e retransmitindo os dados para estações terrestres ou para uma aeronave em vôo. Finalmente, alguns são equipados com indicador laser para ilumi-

nar um alvo a ser atacado por mísseis guiados a laser.

Sérias considerações devem ser feitas quanto ao emprego de CME contra os sistemas de reconhecimento e vigilância do campo de batalha que utilizam os VPR, desde que eles possam provar ser uma real ameaça às forças amigas, quando observadas por aqueles sistemas.

As CME podem ser empregadas com muito sucesso, contra os: sistemas de direção e navegação; e enlaces de comunicações, entre o VPR em vôo e a estação de comando e controle instalada no solo.

Quando o sistema de direção e navegação instalado no interior da miniaeronave não for suscetível de interferência ou DEI, as CME devem ser dirigidas contra a estação de comando e controle, pois ela, provavelmente, será mais sensível às contramedidas.

A interferência contra os dispositivos de navegação, ou contra os enlaces de comunicações de um VPR, pode exigir um transmissor de interferência com características de potência e alcance superiores aos do transmissor de navegação e de comunicações do sistema. Para obtenção de vantagens, quanto ao alcance do conjunto de interferência, é conveniente empregar antenas direcionais, técnicas sofisticadas de modulação ou códigos etc.

## CME contra os sistemas de vigilância eletrônica

Os dispositivos de vigilância eletrônica empregados no campo de batalha terrestre podem estar instalados sobre o solo ou em aeronaves. Os dispositivos de vigilância eletrônica instalados sobre o solo, geralmente, compreendem receptores de interceptação, radares indicadores de alvos em movimento e sensores de IV. Alguns problemas relacionados com as redes de comunicações táticas acontecem com receptores de interceptação instalados sobre o solo. Conjuntos de interferência com potências muito elevadas são necessários para superar os problemas causados com as perdas em alcance, motivados pelas condições de propagação. Também devem ser considerados os problemas criados pela interferência nas comunicações amigas, produzidos por conjuntos de interferência, que também podem interferir em receptores que estão monitorando as comunicações inimigas.

Os radares indicadores de alvos em movimento operam em linha de visada; logo, a antena do radar deve apontar diretamente para a área que estiver sob vigilância. Devido a essa característica, os radares devem ser instalados em locais abertos, fato que os deixa mais facilmente sujeitos às CME, do

que ocorre com os receptores de interceptação. Obviamente, a localização de um radar indicador de alvos em movimento pode ser mais rapidamente determinada, do que a localização de um receptor de interceptação. Dificuldades serão encontradas para interferir em radares deste tipo, porque eles são projetados para operar em um nível de razão sinal ruído menor do que a unidade, e porque a irradiação do interferidor será freqüentemente submetida a elevadas perdas, devido à propagação. Esses radares são feitos para funcionar somente de modo intermitente.

Também podem ser empregadas técnicas de interferência contra radares indicadores de alvos em movimento, conhecidos pelas denominações de "moinho de vento", e refletores rotativos, usadas para simular características de ecos radar produzidos pelo movimento de pessoal ou viaturas.

Os dispositivos de vigilância aerotransportados incluem radares indicadores de alvos em movimento, radares de mapeamento, receptores de interceptação e sensores de IV.

Os radares são usualmente empregados para busca de área, e podem ser de visão frontal ou lateral.

O desempenho dos radares podem ser degradados pela interferência. Porém, para atuar

em determinada direção, pode ser necessário o uso de um conjunto de interferência de acompanhamento. Por outro lado, o intervalo de degradação pode ser curto.

Os receptores de interceptação são, sem dúvida, suscetíveis de CME, quando estas forem destinadas para atuar nas aplicações e modos de operação dos receptores. Os dispositivos de busca de fontes IV não são suscetíveis de interferência dentro da concepção usual; entretanto, podem ser empregados dispositivos para confundir os sensores de IV, que são dispositivos passivos.

### CME contra o funcionamento eficaz das espoletas de tempo variável

As espoletas de tempo variável, que passaremos a denominar espoleta VT, teve seu aparecimento durante a II Guerra Mundial e foram utilizadas pelo Exército dos Estados Unidos contra os alemães, particularmente nas operações efetuadas para a travessia do rio Reno. A eficácia de tais dispositivos era de tal monta, que transformavam o ambiente de combate em verdadeiro inferno de estilhaços e fogo. Daquela ocasião para os nossos dias, muita tecnologia entrou nos programas de P & D das espoletas de tempo variável, dando oportunidade,

também, ao desenvolvimento de CME para fazer face àqueles pequenos e letais dispositivos eletrônicos, de arrebentamento de granadas, bombas e mísseis.

Um alvo pode sofrer danos variáveis, em função da altura ou distância de arrebentamento de uma granada de artilharia, bomba ou míssil, que ocorra acima do ponto de impacto. Há vários tipos de espoleta VT que podem afetar a detonação de uma ogiva de combate a uma altura predeterminada, porém, nesta exposição, será apenas considerada a espoleta do tipo radiofrequência

A eficácia de uma espoleta VT pode ser reduzida em função da distribuição antecipada do projétil a uma distância ou altura do alvo pretendido, de modo que pouco ou nenhum dano possa lhe causar, do arrebentamento do projétil, logo após ter dado início a sua trajetória, e da neutralização da espoleta VT, só permitindo o arrebentamento do projétil por impacto.

Acredito que é melhor pré-ativar uma ogiva de combate à uma distância ou altura, cujos efeitos da explosão não tragam danos ao alvo.

A detonação do projétil por percussão é menos desejável, pois a granada, bomba ou míssil poderão atingir o alvo, especialmente se ele for imóvel, causando-lhe severos danos.

Atualmente os repetidores de interferência são a única solução para produzir interferência contra espoletas fabricadas com tecnologia sofisticada. Outros problemas específicos, associados ao emprego de espoletas VT, incluem antenas e suficiente potência em um repetidor linear.

Em geral, a área protegida por um só conjunto de interferência é limitada. Esse fato obriga escolher entre o emprego de um grande equipamento para proteger numerosas unidades da FT em área muito ampla, ou o uso de numeros conjuntos de interferência, para a proteção de unidades em pequenas áreas.

### CME contra repetidores inimigos de CME

Os repetidores de CME podem ser empregados contra espoletas VT, radares ou equipamentos de comunicações. A melhor técnica de interferência que pode ser usada contra os repetidores de CME é a interferência por saturação, já que a maioria dos repetidores é constituída, essencialmente, por amplificadores lineares. Essa técnica consiste em sobrecarregar o repetidor pela transmissão de um forte sinal de CW no passa-faixa do repetidor. O sinal da interferência normalmente transmitido pelo repetidor é reduzido. Quando são operados repetido-

res de interferência instalados sobre o solo, deve ser levado em consideração que estão em operação outros conjuntos-rádio instalados sobre o solo, e, também, as limitações impostas pelas condições de propagação da onda terrestre.

### COMENTÁRIOS FINAIS

As atividades de GE são praticadas por todos os países de determinado nível de desenvolvimento e, até mesmo, por países subdesenvolvidos, praticamente desprovidos de indústria eletrônica e dependentes de aquisição ou doação de equipamentos, oriundos de países e blocos poderosos.

A GE tem que ser valorizada e, na atualidade, a falta de mentalidade, de pessoal, e de material especializado nesse importante setor das Forças Armadas há de criar uma profunda brecha no seu valor de combate, porque vivemos a era eletrônica, a idade de ouro das comunicações, o milagre do computador e a GE é uma arma imprescindível ao combate moderno em qualquer nível de intensidade.

A dependência da eletrônica acentua-se com velocidade crescente, devido às estruturas de comando, à necessidade das comunicações rádio e à grande mobilidade das operações. Acrescentam-se também, o emprego, cada vez maior, de sis-

temas de armas providos de dispositivos eletrônicos e um sem-número de outras facilidades eletrônicas colocadas nas mãos do combatente moderno.

Foi tratado, nesta colaboração, o componente da GE, intitulado CME (interferência intencional e dissimulação eletrônica), exposto de modo didático e muito condensado. Como já foi mencionado, para não prejudicar as comunicações rádio, radares e dispositivos eletrônicos amigos, a interferência intencional e a dissimulação eletrônica devem ser conduzidas metodicamente, segundo à correspondente situação eletrônica e de forma seletiva. Desse modo, é necessário estabelecer o valor da ameaça eletrônica inimiga ou da ameaça (desde o tempo de paz). Isso impõe a instalação de equipamentos de alarme, que permitam a detecção e identificação da ameaça eletrônica nos sistemas de armas tais como carros de combate, aeronaves e unidades navais. Os materiais empregados nas CME deverão estar ajustados, ou permitir a compatibilização à ameaça eletrônica inimiga, aplicando-se especialmente ao combate eletrônico radar ou laser, em atenção conjunta com os sistemas de armas inimigas.

A interferência nas comunicações rádio, cujas emissões têm conteúdos concretos, exigem equipamentos que, passando in-

timamente de receptor a interceptador e vice-versa, podem comprovar se as comunicações rádio a interferir estão ativas. Como é lógico, não é recomendável o emprego desnecessário de meios eletrônicos e de frequências, como também interferir, por mera vontade de concretizar um desejo de perturbar o inimigo. É necessário conhecer as tecnologias e técnicas de CCME aplicadas pelo inimigo, para evitar perda de tempo e desgaste desnecessário nos recursos humanos e nos materiais empregados nas CME.

Para alcançar um efeito devastador sobre todos os meios eletrônicos inimigos, há uma solução drástica: a CME nuclear, produzida pelo arrebentamento de uma arma nuclear extra-atmosfera. Sobre a superfície do solo, um curto impulso eletromagnético nuclear poderá colocar fora de ação, praticamente, todos os equipamentos eletrônicos e elétricos que se encontrem em uma área de milhares de quilômetros quadrados. Porém, contra o emprego de um arrebentamento nuclear como CME, há o problema dos custos muito elevados, que nem as superpotências poderiam financiar uma adequada proteção. Muitos estudos estão sendo feitos sobre o emprego do impulso eletromagnético nuclear; porém, a impossibilidade de limitar, ou determinar exatamente seus

efeitos, reduz o perigo de sua aplicação, do mesmo modo como são considerados os meios de combate químicos e biológicos.

Acredito que muitas idéias foram lançadas nesta colaboração, que enfocou as CME, atividade que tem a finalidade de impedir a liberdade de emprego do espectro eletromagnético. É uma medida de caráter ativo, que se pode detectar com facil-

dade e, ao mesmo tempo, permitir, aos usuários dos sistemas eletrônicos, pôr em ação seus equipamentos de interceptação e radiogoniometria.

Para encerrar, reafirmo que as CME (interferência intencional ou dissimulação eletrônica) são uma arma com dois gumes, e caberá, a quem decide seu emprego, meditar e ponderar muitos todos os fatores que conduzem a decisão.



*O CEL COM REF HUMBERTO JOSÉ CORRÊA DE OLIVEIRA – Tem publicado, em revistas militares brasileiras e no exterior, muitos trabalhos sobre Comunicações e Guerra Eletrônica (GE). Possui todos os cursos militares e o da ESG, além do Curso de Navegação Especial (Escola Naval), de Comunicações por Satélites (USASCS) e da ESG da França. Foi instrutor da EsSa, do Curso de Comunicações da AMAN e Instrutor-Chefe de Emprego Tático das Comunicações e Subcomandante da EsCom de 1969 a 1972. Comandou o 4º BComEx, foi Chefe do Gabinete da extinta DCom e da DMCE e serviu no EME, onde exerceu as funções de Chefe do NICIGE (Núcleo de Instalação do Centro de Instrução de GE), e Executivo da CCCAGE (Comissão de Coordenação e Controle das Atividades de GE). Reformado por motivos de saúde em setembro de 1986, dedica-se à pesquisa e à produção de trabalhos sobre GE e Comunicações.*