

INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA NO ESPECTRO AERONÁUTICO



Antônio Eudemir Sales Parente¹
 Luciano Teixeira da Silva²
 Marcos Rodrigues Teixeira Messias³

Janilson Santos de Jesus - Cap Esp COM⁴

RESUMO

Os efeitos de Interferência Eletromagnética (EMI) são preocupantes quando ocorrem em equipamentos de controle do espaço aéreo, principalmente aqueles usados em monitoração e aproximação de aeronaves em aeródromos com baixa visibilidade. São diversas as formas de se quantificarem e classificarem as alterações funcionais perceptíveis em determinados equipamentos usados na navegação e na comunicação aérea, quando expostos ao campo elétrico produzido por um telefone sem fio de longo alcance ou por emissoras de rádio, autorizadas ou não, operando fora de padrões determinados por instituições credenciadas no Brasil.

Palavras-chave: Comunicação aérea. Navegação aérea. Interferência eletromagnética. Transmissão por radiofrequência. EMI. Radionavegação.

1 CFOE COM. Servia em 2006 no Destacamento de Telecomunicações e Controle do Espaço Aéreo de Canguçu – RS (DTCEACGU), como encarregado da Subseção de Telecomunicações. Bacharel em Direito.

2 CFOE COM. Servia em 2006 no Parque de Material Aeronáutico de Recife (PAMA-RF), como mantenedor da ANV R/VU-35A – Learjet. Licenciado em Matemática.

3 CFOE COM. Servia em 2006 no Grupo Especial de Inspeção em Vôo (GEIV) - RJ, como Operador de Sistema de Radiomonиторagem. Licenciado em Eletrônica.

4 Leitor técnico. Serve no Esquadrão de Comunicação e Controle de Fortaleza (5º/1º GCC), é Chefe da Seção de Material, Engenheiro Eletrônico pela UERJ e pós-graduado em Análise de Ambiente Eletromagnético pelo ITA.

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 65 - 76	2007
---------	----------------	-----	------------	------

1 - INTRODUÇÃO

O cenário do controle do espaço aéreo é rico tanto em quantidade quanto em diversidade de sistemas eletrônicos e de telecomunicações, tornando-se propício a influência de fenômenos de Interferência Eletromagnética (EMI).

O aumento drástico no Brasil, em especial nas áreas de maior concentração urbana e de menor poder econômico, do uso de telefones sem fio de longo alcance, celulares e emisoras de rádio e TV, autorizadas ou não, eleva também, de forma substancial, a possibilidade de interferências no Sistema de Controle do Espaço Aéreo, principalmente nas áreas próximas aos aeroportos e ao longo das rotas aéreas.

Estes meios de comunicação fazem parte do cotidiano de milhares de pessoas, tanto pela comodidade oferecida, como pelas programações transmitidas, as quais refletem a realidade rotineira e os anseios destas comunidades, em sua maioria carentes, onde geralmente estão sediadas tais emisoras. No entanto, estes meios necessitam de controle e de uma política de fiscalização pelos órgãos competentes sob a pena comprometer e colocar em risco a segurança aérea.

2 - DESENVOLVIMENTO

Os equipamentos eletrônicos de bordo e de solo atualmente operam sob baixos níveis de tensões e correntes; as interferências eletromagnéticas são, então, proporcionalmente mais significativas e

R. CFOE	Belô Horizonte	n.3	p. 65.-76	2007
---------	----------------	-----	-----------	------

lesivas. Equipamentos receptores microprocessados, presentes nos Destacamentos de Telecomunicações e Controle do Espaço Aéreo (DTCEA's) cada vez em maior número, tendem a ser mais susceptíveis as EMI não só oriundas de telefonia externa, mas também de rádios de comunicação interna (usados pelos serviços de segurança e manutenção), redes de informática *wireless*, *lap-tops*, transformadores, motores, descargas eletrostáticas e linhas de transmissão de energia.

Alguns especialistas no assunto, dentre os quais, o Cap. Eng. Santoro do Grupo Especial de Inspeção em Voo (GEIV), publicaram, nos últimos anos, resultados de estudos associando incidentes ocorridos em equipamentos de solo e de bordo com a proximidade de grandes aglomerados urbanos, recheados de transmissores de grande potência. O apelo desesperado deste assunto é imediato e, ainda que relatórios emitidos pelo GEIV não comprovem inequivocamente o risco da segurança dos usuários, despertam as atenções das autoridades (Comando da Aeronáutica, INFRAERO, ANAC, ANATEL, entre outras) para o problema.

Entretanto, para gerenciar efetivamente a compatibilidade eletromagnética de equipamentos eletrônicos de bordo e solo e transmissores de radiofrequência (RF), os DTCEAs necessitam conhecer as falhas que podem ocorrer quando a imunidade do equipamento é excedida, as emissões que podem causar interferência e as variáveis excedidas cujas interferências são detectáveis.

Uma política de fiscalização deve, então, ser formulada de modo a prevenir os riscos da navegação aérea em virtude das EMI. Esta política serviria para uniformizar as instruções para o pessoal interno dos

organismos e empresas envolvidos, técnicos de manutenção de emissoras de rádio e TV e usuários, reduzindo assim, a confusão em relação ao uso de equipamentos transmissores de sinal de FM, telefones sem fio e radiocomunicadores, evitando restrições infundadas, mas considerando evidências estatísticas relacionadas às EMI. Facilitaria também a troca de experiências entre instituições do controle do espaço aéreo e regulamentadoras, abrindo caminho para a elaboração de uma política mais global sobre o uso desses serviços em áreas de rota (em torno de 400Km) e de aproximação (em torno de 120Km) de aeronaves.

Atualmente, alguns comitês normativos trabalham na formulação ou na revisão de normas cujo escopo é a compatibilidade eletromagnética. Um dos principais é o DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo) através da Divisão de Telecomunicações (DTEL), seguido pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), Exército Brasileiro (EB), Polícia Federal (PF) e Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) cujas prescrições serviram de base para muitas das atuais normas.

É sabido que os transmissores de RF podem interferir na operação normal de equipamentos eletrônicos, mas os mecanismos exatos da interferência não são bem conhecidos ou documentados. A ausência de evidências reprodutíveis das EMI em equipamentos ligados à navegação e comunicação aérea tem levado algumas instituições a relaxar as restrições ao uso de equipamentos interferentes, exceto, talvez, em áreas terminais onde há maiores cuidados na preservação da vida. Então, para avaliar a existência de interferência e poder atribuí-la a determinada fonte é importante a adoção de padrões ou normas de estudo referentes à EMI.

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 65 - 76	2007
---------	----------------	-----	------------	------

No Brasil, de acordo com a portaria nº 332, de 21.05.97, da Agência Nacional de Telecomunicações, os equipamentos de radionavegação e comunicação aeronáutica comercializados no país devem estar de acordo com as prescrições da norma nº 05/94 – Rev/97, que especificam os níveis mínimos de campo elétrico que os equipamentos de radionavegação e comunicação aeronáutica devem suportar sem apresentar modificações funcionais. Essas normas ainda não são compulsórias, apesar de já existirem discussões entre as instituições envolvidas com relação a isso.

A imunidade e a interferência eletromagnética, neste trabalho, são relacionadas com a intensidade de campo capaz de produzir perturbações na operação normal de equipamentos de radionavegação e comunicação aeronáutica em operação. Este parâmetro foi adotado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), pois o mesmo é seguido por normas internacionais, tais como as elaboradas pela Organização de Aviação Civil Internacional (OACI).

De acordo com as seguintes normas: ICA 102-11-Sistema de Radiomonitoragem e Manual de Inspeção em Voo (MANINV), ambas do DECEA, mais especificamente esta última, os equipamentos de radionavegação e comunicação aeronáutica devem ser projetados para operar sem a degradação do seu desempenho na presença de campos eletromagnéticos com intensidades até $10\text{d}\mu\text{V}$, na faixa de frequência que depende do tipo de auxílio analisado. Para avaliar esta condição foi então elaborado um procedimento inicial de pesquisa, descrito a seguir:

ETAPA I – Voo da aeronave laboratório do GEIV para inspeção do auxílio e, caso os sinais encontrados fiquem fora da tolerância prevista

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 65 - 76	2007
---------	----------------	-----	------------	------

devido à suspeita de interferência eletromagnética, um relatório é encaminhado para a seção de Radiomonitoragem do GEIV. Há uma prévia avaliação se a EMI pode ser verificada do próprio solo ou se apenas a partir de determinada altitude e, então, definido o equipamento a ser utilizado. O equipamento embarcado tem capacidade de verificar interferências em vôo, o que não pode ser realizado por outras instituições tais como ANATEL e Polícia Federal. Esse equipamento é composto de um receptor de frequência variável, um *direction finder*, uma antena chaveada calibrada e um sistema operacional que utiliza *softwares*, emuladores, de analisador de espectro, de Sistema de Posicionamento Global (GPS), de *direction finder* e de mapas digitalizados, imprescindíveis na localização de emissora com uma precisão de até 20 metros.

Para realização das medições, as recomendações das normas acima são adotadas no que diz respeito ao local de ensaio e ao posicionamento dos equipamentos de medida, a saber:

Passagem em Polígono – Vôo nivelado formando um retângulo em torno da fonte interferente. O equipamento descreve diversos vetores na direção da fonte interferente a partir de cada um dos lados do retângulo e a interseção de todos os vetores, por triangulação, descreve a área de localização provável da fonte interferente.

Passagem tipo Orbital – Vôo nivelado em torno da fonte interferente, formando um círculo.

Passagem tipo Bloqueio – Vôo nivelado bloqueando o provável ponto da fonte interferente para certificação do local.

ETAPA II – A pesquisa, realizada em voo, define uma área que pode ser coberta no solo, com maior precisão. A investigação feita no solo utiliza um sistema portátil com posicionamento manual da antena, um receptor, um GPS portátil e um *lap-top* que possui *softwares* que integram todos os dados. Sua precisão chega a 10 metros.

Descrição dos equipamentos de teste – Receptor de HF, VHF e UHF modelo ESMC, *direction finder* ROHDE & SCHWARZ, antena calibrada ROHDE & SCHWARZ e PC com programas compatíveis com análise de espectro e mapeamento de sinais vindos do *direction finder*

Espectro Eletromagnético

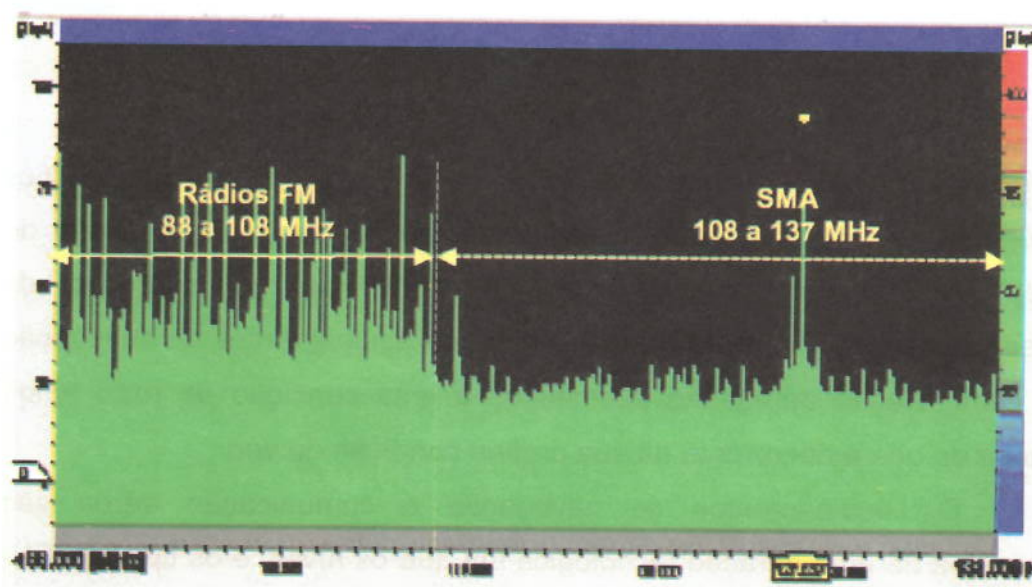


Figura 1: Espectro eletromagnético.

Fonte: Elaborado pelo autor.

R. CFOE	Belo Horizonte	n.3	p. 65 - 76	2007
---------	----------------	-----	------------	------

Por essa imagem, fica evidente a influência dos processos físicos de interferências geradas por harmônicos e intermodulação na região comum de alcance da transmissão do sinal de FM não autorizado e de recepção dos equipamentos de controle do espaço aéreo, assim como é possível notar que a intensidade de campo eletromagnético produzido pelo transmissor de FM supera o nível mínimo que os equipamentos devem operar. Os receptores de terra passam por revisões de performance técnica periódica e têm seus padrões aferidos e rastreados por laboratórios de calibração de instrumentos acreditados pelo INMETRO.

As conclusões práticas dessa pesquisa referendam a maioria dos resultados de trabalhos semelhantes que vêm sendo realizados por outros órgãos, em todo o Brasil, como a ANATEL e o Exército Brasileiro.

Uma das primeiras constatações é que um número significativo de radiotransmissores manufaturados por algumas empresas não é adequado para operar regulamentar e tecnicamente dentro dos padrões exigidos pelos órgãos regulamentadores, apresentando degradação do seu desempenho, espalhamento de frequências e produção de frequências harmônicas. Em tal situação, os equipamentos de navegação e comunicação aérea são submetidos a uma condição de risco ainda maior do que a decorrente da sua própria condição de vôo.

Os equipamentos de navegação e comunicação aérea são produtos de uma geração tecnológica em que os níveis e os tipos de EMI não eram os mesmos que se encontram atualmente no ambiente das rotas e aproximações aéreas. Esta incompatibilidade tecnológica é

inevitável e será tão mais pronunciada quanto mais lenta for a substituição do parque de equipamentos nas aeronaves.

A reversão desta condição, em curto prazo, apresenta dificuldades técnicas, pois é fortemente dependente do investimento em tecnologias compatíveis que as empresas de transporte aéreo se disponham a fazer. Ainda assim, a rapidez com que novos produtos potencialmente geradores de EMI passam a ser utilizados nas cidades limita o alcance de uma "solução por substituição", pois enquanto a substituição dos equipamentos nas aeronaves apresenta um gráfico linear, a produção de novos equipamentos geradores de EMI apresenta um gráfico exponencial.

Uma política de gerenciamento deve então ser formulada de modo a prevenir os riscos da navegação aérea em virtude das EMIs nos aeródromos e rotas aéreas, utilizando todas as informações disponíveis.

Outra constatação deste estudo é que a maioria dos equipamentos de navegação e comunicação aérea submetidos às EMIs não impediram, ainda, a atuação dos operadores do sistema, na cabine ou na console de operação. Os equipamentos de navegação e comunicação aérea contêm geralmente dezenas de componentes eletrônicos que podem funcionar como pequenas antenas para os sinais de RF. Os efeitos dos sinais eletromagnéticos irradiados dependem da intensidade de campo (V/m) percebido pelo equipamento, do comprimento de onda deste sinal em relação às dimensões do componente e de cabos (agindo como antenas espúrias), do tipo de modulação do sinal (analógica ou digital) e do acoplamento entre as antenas (posicionamento e polarização). Estas condições podem se manifestar conjuntamente, e serem ainda modificadas pelas características geométricas do ambiente (atenuações e

reflexões), conferindo às EMIs um caráter fortemente aleatório e probabilístico.

O mau funcionamento de equipamentos de navegação e comunicação aérea devido às EMIs é, portanto, quase sempre um fenômeno imprevisível, apesar de, na maioria dos casos relatados e posteriormente resolvidos, os equipamentos de radiotransmissão FM serem os responsáveis pela maioria das interferências detectadas no espectro de frequências do Serviço Móvel Aeronáutico (SMA).

Foi importante, na ETAPA I desse trabalho, a padronização dos procedimentos, tanto de medida quanto de deslocamento do equipamento embarcado, segundo normas definidas pelo MANINV para a inspeção em voo, para que as conclusões possam ser consistentes e, na medida do possível, reproduzíveis pelo *software*, de maneira a minimizar os erros e localizar a radiotransmissão.

Testar a interferência nos equipamentos de navegação e comunicação aérea como descrito pela ICA 102-11 requer equipamentos sofisticados e conhecimentos específicos, muitas vezes longe do alcance das instituições interessadas. Ainda assim, o operador de sistema de radiomonitoragem é responsável por identificar a dimensão e a severidade do problema de EMI e propor soluções. Deve localizar e descrever tecnicamente a natureza da interferência em termos de sua frequência, potência, localização precisa e tipo de interferência. Estas informações devem ser organizadas na forma de relatórios (escritos ou orais) no sentido de providenciar o ajuste ou suspensão da operação daquele serviço público e informar ao supervisor de radiomonitoragem a ocorrência de qualquer problema, relacionando a interferência com a

periculosidade da falha no sinal eletromagnético dos equipamentos de navegação e comunicação aérea.

A existência de risco comprovado de EMI é um forte estímulo para que outros trabalhos sejam realizados, buscando agora reproduzir com mais fidelidade as condições do espectro eletromagnético do SMA.

3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comercialização de radiotransmissores sem um certificado de qualidade emitido por instituição competente, as antenas transmissoras de FM de baixíssima qualidade e sem o devido aterramento, a potência maior que a permitida pelos órgãos competentes bem como a altura excedente da antena transmissora e a importação de equipamentos sem a devida restrição contribuem substancialmente para a possibilidade de ocorrências de incidentes aéreos.

A presença das emissões originárias de radiotransmissores na faixa de FM, oficiais ou comunitárias, telefone sem fio de longo alcance e outras fontes interferentes não determina com exatidão o aparecimento de interferência nos equipamentos usados na navegação e comunicação aérea, tanto de solo quanto de bordo de aeronaves, mas aumenta substancialmente a probabilidade de sua ocorrência e, conseqüentemente, medidas de segurança deverão ser acionadas para que continue havendo segurança no espaço aéreo.

R. CFOE	Beló Horizonte	n.3	p. 65 - 76	2007
---------	----------------	-----	------------	------

4 - REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. ICA 102-11: sistema de radiomonitoragem. Brasília: COMAER, 2002. 33p.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de controle do espaço aéreo. **Manual de inspeção em vôo**: (MANINV). Brasília: DECEA, [s.d.].

JESUS, Janilson Santos de. **Radiolocalização de Direção POR/DF**. Belo Horizonte: CIAAR, 2007. (Apostila do Curso CFOE COM).