



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021

**GISETTE MARIA DE SOUZA DE ALCÂNTARA, Cap Eng**

**Interferência eletromagnética em frequências do Controle de Aproximação de  
Brasília (APP-BR)**

Rio de Janeiro

2021

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021

**GISETTE MARIA DE SOUZA DE ALCÂNTARA, Cap Eng**

**Interferência eletromagnética em frequências do Controle de Aproximação de  
Brasília (APP-BR)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da  
Aeronáutica como requisito parcial para  
aprovação no Curso de Pós-graduação em  
Gestão Pública com ênfase em Projetos e  
Processos

Linha de Pesquisa: Administração Militar

Orientador: Bruno Bittencourt Carvalho de  
Oliveira, Maj Int

Rio de Janeiro

2021

**GISETE MARIA DE SOUZA DE ALCÂNTARA, Cap Eng**

**Interferência eletromagnética em frequências do Controle de Aproximação de  
Brasília (APP-BR)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da  
Aeronáutica.

Aprovado por:

---

Alexandre **Fontoura** da Silva, Maj Inf  
EAOAR

---

Bruno **Bittencourt** Carvalho de Oliveira, Maj Int  
EAOAR

Rio de Janeiro  
2021

## RESUMO

A instalação de um sistema de monitoramento em tempo real do espectro eletromagnético próximo às estações de comunicação VHF-AM utilizadas pelo Centro de Aproximação de Brasília (APP-BR), é relevante para a melhoria da qualidade dos serviços de comunicação por voz entre controladores de tráfego aéreo e pilotos, nos procedimentos de subida e descida de aeronaves. Inicialmente, ressalta-se que este tipo de monitoramento proporcionará a otimização do tratamento dos casos de interferência, sendo possível identificar celeremente que as frequências utilizadas na faixa aeronáutica estão sofrendo interferência prejudicial. Em segundo lugar, destaca-se que o monitoramento em tempo real diminuirá consideravelmente o tempo de acionamento da Agência Reguladora, sendo possível agilizar a tomada de decisões no sentido de interceptar emissoras de rádio clandestinas, ajustar os equipamentos de recepção nas estações de comunicação da Força Aérea, e fazer medidas e ajustes nos equipamentos de transmissão de fontes homologadas. Por fim, com certeza o monitoramento em tempo real do espectro eletromagnético na faixa de frequências utilizadas pelo APP-BR trará significativas melhorias para o serviço prestado pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo, no que se refere à segurança da aviação, sendo estes benefícios possíveis de serem aplicados em vários sistemas de comunicações por voz e de auxílio à navegação.

**Palavras-chave:** Monitoramento do Espectro Eletromagnético. Faixa Aeronáutica. Interferência Prejudicial. Frequência Intermediária. Intermodulação.

## 1 INTRODUÇÃO

As frequências do Centro de Aproximação de Brasília (APP-BR) poder ser afetadas por interferências devido à proximidade de emissoras de rádio FM, que operam na faixa de 87 a 108MHz, com a estação VHF que atende este órgão operacional. De acordo com Nunes (2010, p. 25) “estatísticas mostram que uma parcela significativa das interferências é causada pelos emissores de energia em frequências próximas às da faixa do Serviço Móvel Aeronáutico.”

Levando em consideração a importância do serviço prestado para a aviação comercial, dificuldades nas comunicações causadas por interferências podem acarretar em entendimento incorreto das mensagens trocadas entre piloto e controlador em fases críticas do voo.

Instalar um sistema de monitoramento em tempo real permitirá a análise constante do espectro eletromagnético sendo possível identificar de forma mais rápida que as frequências utilizadas na faixa aeronáutica estão sofrendo interferência prejudicial. Para Braga (2016), ao usar um analisador de espectro em tempo real é possível analisar constantemente o espectro de frequências, permitindo a captura de sinais em qualquer instante para posterior análise.

O monitoramento em tempo real minimizará ainda o tempo de acionamento da Agência Reguladora, sendo possível agilizar a tomada de medidas de interceptação de emissoras de rádio clandestinas, ajustes nos equipamentos de recepção nas estações de comunicação da Força Aérea, e nos equipamentos de transmissão de fontes homologadas. Conforme Tektronix (2018, p. 1), é possível a “exibição de espectro [...] em tempo real para minimizar o tempo gasto em busca de transientes e interferências.”

## 2 INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA EM FREQUÊNCIAS DA FAIXA AERONÁUTICA

Radiointerferências na faixa aeronáutica não são eventos incomuns.

Segundo Zunga (2007):

As interferências eletromagnéticas são um dos capítulos mais complexos e mal compreendidos da engenharia elétrica. Elas constituem também um dos

maiores desafios para os engenheiros, pois encontram-se presentes em praticamente todas as situações [...].  
(ZUNGA, 2007, p. 4).

Serviços de comunicações por voz utilizados pelo controle de tráfego aéreo podem sofrer ações de interferências causadas por fontes intencionais ou não. Interferência intencional se dá quando, intencionalmente, alguém emite ondas de rádio na frequência da aeronáutica a fim de passar informações errôneas para os pilotos (CUNHA et al., 2012).

Neste trabalho serão consideradas as interferências causadas por emissões não intencionais, que no caso da faixa aeronáutica, podem ser afetadas por interferências devido ao resultado do produto de intermodulação entre frequências de sistemas que operam na faixa FM, quando estes são instalados em regiões próximas, sejam eles homologados e legalizados, ou não, sinais degenerados provenientes do sistema de transmissão, ou problemas de sensibilidade no sistema de recepção.

Ainda segundo Zunga (2007):

Portanto, o sinal dessas rádios somente vai desaguar nas faixas aeronáuticas [...] por uma das seguintes razões:

- i. problemas no sistema de transmissão (equipamento, instalações) da emissora, de modo a gerar sinais espúrios nas faixas aeronáuticas; e/ou
- ii. formação de produtos de intermodulação no receptor, devido à presença de dois ou mais sinais cujo resultado esteja dentro da faixa de operação do receptor; ou
- iii. Interferência decorrente da incapacidade do estágio de entrada do receptor em rejeitar sinais de intensidade elevada de frequências próximas, porém fora de sua faixa de operação.

(ZUNGA, 2007, p. 8).

Para Klingelfus (2019, p. 7), interferências decorrentes de produtos de intermodulação ocorrem quando “os harmônicos de um sinal de entrada 1 se misturam com harmônicos de um sinal de entrada 2, produzindo frequências intermediárias (IF)”. Se a frequência intermediária produzida tiver valor igual à de outra frequência do sistema, ou de sistema diferente mas na mesma região geográfica, pode ocorrer interferência.

Segundo Braga (2016), há o aumento significativo de emissões que ocupam o espectro eletromagnético, tornando-o congestionado, fazendo com que o monitoramento do espectro de rádio seja cada vez mais importante. Nestas condições, sistemas capazes de monitorar o espectro eletromagnético detectam emissões que podem causar interferências em sistemas de comunicação, agindo desta forma como um agregado para a fiscalização. Ainda de acordo com Braga

(2016), desta forma é possível fiscalizar tanto sinais clandestinos quanto os sinais que são produzidos por equipamentos mal instalados ou com ajustes incorretos.

## **2.1 Interferência eletromagnética em frequências de Centro de Aproximação (APP)**

No cenário das frequências utilizadas pelo APP-BR, a forma como a interferência é detectada, reportada pelo piloto (que nesta fase do voo já encontra-se com a aeronave em altitudes menores) ao controlador, ou pela própria equipe técnica responsável, ao identificar ruídos ou áudios de extrema clareza, porém diferentes da fraseologia adotada para controle de tráfego aéreo, são indícios de que a fonte causadora da interferência encontra-se próxima da estação VHF utilizada pelo APP, sendo assim de mais fácil identificação da origem do sinal interferente, seja pelo áudio inteligível, seja pelo controle e conhecimento das estações de rádio FM que operam na região.

No que se refere ao APP-BR, as estações ficam localizadas no CINDACTA I e no DTCEA-GA, Organizações Militares subordinadas ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), sendo recorrentes os casos de interferências causadas por emissoras de rádio na faixa de FM, seja por batimentos entre frequências (intermodulação) quando estas emitem em potência muito alta, ou sinais adulterados provocados por problemas nos transmissores e filtros das emissoras.

Instalar um sistema de monitoramento em tempo real permitirá a análise constante do espectro eletromagnético sendo possível identificar de forma mais rápida que as frequências utilizadas na faixa aeronáutica estão sofrendo interferência prejudicial. Para Braga (2016), ao usar um analisador de espectro em tempo real é possível analisar constantemente o espectro de frequências, permitindo a captura de sinais em qualquer instante para posterior análise.

Uma vez que um sistema de monitoramento acompanhe continuamente as comunicações por meio do uso de analisadores de espectro, será possível a percepção em tempo real quando houver a incidência de interferência prejudicial, sendo possível também, identificar a fonte interferente. Segundo Tecktronix (2018, p. 5), o analisador de espectro em tempo real “fornece orientação da forma do sinal,

enquanto a frequência, largura de banda, número do canal e localização são exibidos, permitindo verificações rápidas”.

Neste cenário, sendo as fases de subida e descida de aeronaves umas das fases mais críticas do voo, situações nas quais deficiências na comunicação entre piloto e controlador podem causar entendimento incorreto dos procedimentos a serem executados, ou ainda a ausência total dos recursos de voz, monitorar o espectro nas regiões citadas reduzirá significativamente o tempo de acionamento da Agência Reguladora, tendo em vista que os setores responsáveis serão imediatamente notificados da ocorrência, dispensando o registro de aberturas de chamados, passando estes a serem necessários apenas para acompanhamentos futuros e estatísticas. Um acompanhamento desta natureza, reduzirá ainda a indisponibilidade dos recursos utilizados pelo Centro de Aproximação de Brasília, aumentando a confiabilidade do serviço.

Cabe ressaltar que este sistema pode ser empregado em quaisquer outras estações de frequências que atendam outros Centros de Aproximação, outros órgãos operacionais como Torres de Controle, além de sistemas de auxílio à navegação, já que operam na faixa de 9kHz a 6,2GHz (Tecktronic, 2018), reduzindo consideravelmente as chances de ocorrência de incidentes aeronáuticos.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste ensaio foi sustentada a ideia de que o monitoramento de frequências trará melhores condições de trabalho para controladores do APP-BR, tendo este monitoramento o objetivo de analisar de forma contínua as frequências do APP-BR visando de minimizar indisponibilidades nos recursos de voz por eles utilizados, contribuindo para a segurança da aviação.

Tendo em vista todo o cenário apresentado, não restam dúvidas de que a implantação de um sistema de monitoramento do espectro eletromagnético próximo às estações de comunicação VHF-AM utilizadas pelo Centro de Aproximação de Brasília (APP-BR), é relevante para a melhoria da qualidade dos serviços de comunicação por voz entre controladores de tráfego aéreo e pilotos.

No presente trabalho foi defendido que, ao monitorar o espectro eletromagnético na região do APP-BR, a partir do uso em tempo real de analisadores, problemas causados por interferências eletromagnéticas poderão ser mitigados de forma otimizada, sendo possível identificar com mais rapidez que as frequências estão sofrendo interferência, assim como a origem da fonte interferente.

Seguramente, o monitoramento em tempo real do espectro eletromagnético na faixa de frequências utilizadas pelo APP-BR trará enormes benefícios para a segurança da aviação civil e militar, e reitera-se que, implantar este tipo de sistema reduzirá sobremaneira o tempo de acionamento da Agência Reguladora, potencializando ações para eliminar fontes causadoras de interferência, aumentando a confiabilidade dos sistemas de comunicação por voz, contribuindo para o cumprimento da missão da Força Aérea no que se refere ao controle do espaço aéreo brasileiro.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, N. C. **Monitoramento de sinais em tempo real**. 2016. Disponível em <https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/usando-os-instrumentos/12360-monitoramento-de-sinais-em-tempo-real-ins370>. Acesso em: 06 out. 2020.

CUNHA, F. B. *et al.* Interferência de rádios piratas na comunicação e navegação do transporte aéreo - **Revista Conexão SIPAER** v. 3, n. 2, p. 152-164, abr./mar. 2012. Disponível em <http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/148>. Acesso em: 24 set. 2020.

KLINGELFUS, V. T. **Estudo de interferência eletromagnética de radiofrequência entre sistemas de comunicação na faixa de micro-ondas a bordo de um submarino**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2019. Disponível em <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3140/tde-18072019-141158/pt-br.php>. Acesso em: 18 ago. 2020.

NUNES, W. G. Interferência das rádios piratas – **Revista AeroEspaço**, ano 4, n. 26, p. 23-25, ago. 2007.

TECTRONIX. **Spectrum Analyzer RSA306B USB Real Time Spectrum Analyzer Datasheet**. 2018. Disponível em [http://www.getrotech.com.br/wp/wp-content/uploads/2020/03/RSA306B\\_2.pdf](http://www.getrotech.com.br/wp/wp-content/uploads/2020/03/RSA306B_2.pdf). Acesso em: 24 out. 2020.

ZUNGA, J. **Relatório de interferências radioelétricas ocorridas nas faixas de radionavegação e radiocomunicação aeronáuticas**. Instituto Observatório Social de Telecomunicações. Brasília. 2007. Disponível em: <https://docplayer.com.br/14315333-P-jose-zunga-instituto-observatorio-social-de-telecomunicacoes-iost-scn-q6-bloco-a-sala-401-brasilia-df-70716-900.html>. Acesso em: 06 out. 2020.