

Background: Espectros em Vôo de Possíveis Ambientes de Operação do MAWS

Elymar Guimarães Fonseca Junior¹, Ernesto Naoto Iwama¹ e Alvaro José Damião².

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA – Praça Mal Eduardo Gomes, 50 – Vila das Acácias – São José dos Campos – SP CEP 12228-900.

²Instituto de Estudos Avançados – IEAv – Rod dos Tamoios, Km 5,5 – Putim- São José dos Campos – SP CEP 12228-001

Resumo — Este trabalho apresenta os espectros obtidos durante vôos na área do aeroporto de São José dos Campos, cidade de Caçapava e Serra da Mantiqueira. As medições foram realizadas com um espectrômetro portátil, através da janela de mau tempo da aeronave C-95, Bandeirante, da Força Aérea Brasileira, em altitudes, horários e cobertura de nuvens distintas. Estes dados permitem conhecer os ambientes nos quais aeronaves equipadas com MAWS venham a operar.

Palavras-chaves — MAWS, Background, radiação solar, atenuação atmosférica, espectros em vôo.

I. INTRODUÇÃO

Com a recente aquisição pela Força Aérea Brasileira do sistema Missile Approching Warning System-MAWS, foi gerada grande demanda de conhecimentos técnicos a respeito do novo sistema de autodefesa. Além do conhecimento de como operar o sistema, é necessário o entendimento do ambiente onde ele será utilizado, para se obter o seu desempenho máximo, visando à segurança da tripulação e da aeronave. Alguns trabalhos já foram desenvolvidos sobre o tema MAWS (Análise Conceitual do MAWS da Aeronave C-130 na Faixa da Radiação Ultravioleta, do Cap Av Cláudio Duarte Faria e Análise Técnica do Sensor do MAWS da Aeronave C-130, do Ten Av Ernesto Naoto Iwama) e outros estão em andamento (Assinatura Espectral de Motores Foguetes de Mísseis e Foguetes na Faixa do Ultravioleta até o Infravermelho Próximo, do Maj Av Elymar Guimarães Fonseca Junior). Um dos pontos cruciais do sistema MAWS é a compreensão de como o sistema consegue distinguir uma ameaça real de um falso alarme. Em outras palavras, como o MAWS diferencia o sinal recebido do ambiente (background) da emissão de um míssil de ombro. Este artigo apresenta os espectros de ambientes típicos onde a Aviação de Transporte poderá ser empregada. A análise destes dados facilitará a compreensão de como o MAWS “enxerga” os sinais provenientes do ambiente, que tem a intensidade recebida pelo equipamento variando de acordo com a luz refletida pela cobertura da superfície.

II. BACKGROUND

Qualquer material cuja temperatura seja maior que o zero absoluto emite radiação infravermelha¹. Corpos e ambientes também emitem radiação na faixa do ultravioleta, variando apenas a intensidade de acordo com a temperatura a que estão submetidos².

A maior dificuldade na operação de um sensor é sem dúvida a relação sinal/ruído. Além do ruído interno inerente ao todo

equipamento eletrônico, no caso dos sensores ópticos, há o ruído luminoso externo proveniente de inúmeras fontes como sol, nuvens, solo, etc.

O conjunto de espectros emitidos naturalmente pelos corpos juntamente com outros ruídos externos são chamados de background.

III. ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA

A intensidade dos sinais ópticos é atenuada pela atmosfera, fazendo com que nem todos os comprimentos de onda cheguem ao seu destino. A atenuação atmosférica de certos comprimentos de onda depende da concentração e distribuição de gases e partículas na atmosfera¹. Abaixo de 9.144 m (30.000 pés), o grande responsável pela atenuação da irradiação na faixa do visível é o vapor d'água. Outro elemento presente na atmosfera, independentemente das condições meteorológicas, é o dióxido de carbono. O CO₂ atenua a irradiação na faixa do infravermelho. Na Figura 1, pode-se observar atenuação, causada pela absorção de alguns gases, incluindo o CO₂, na faixa do infravermelho.

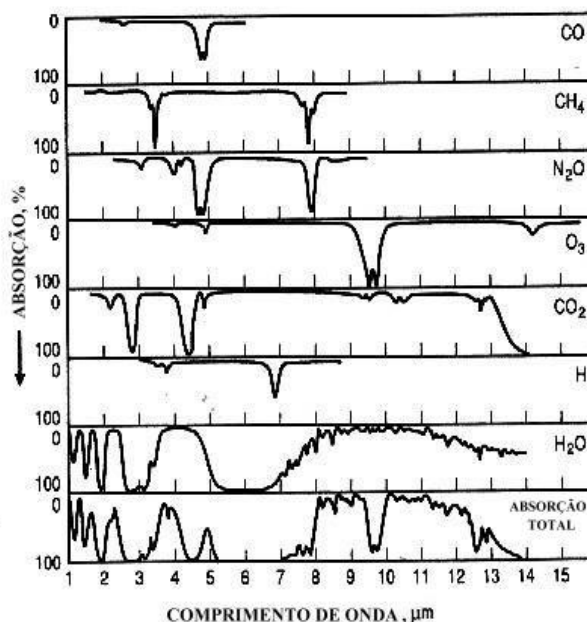


Fig. 1 - Atenuação na faixa do infravermelho.¹

Em relação ao ultravioleta, o principal elemento de atenuação da irradiação é o ozônio (O₃)². Porém, o efeito atenuador ocorre em grande escala na faixa de altitude entre 52.500 pés

a 98.500 pés, podendo ser desprezada a sua atuação em camadas mais baixas.

IV. RADIAÇÃO SOLAR

A radiação solar é a designação dada à energia radiante emitida pelo sol, em particular àquela que é transmitida sob a forma de radiação eletromagnética. Sem dúvida alguma, o sol é o maior responsável pelo background existente.

V. ESPECTROS EM VÔO

Com o objetivo de obter informações do background em relação às condições atmosféricas, foram obtidos espectros em vôo em algumas situações que serão detalhadas a seguir.

As primeiras medições foram efetuadas entre 10 h e 10 h 15min, com temperatura no solo de 25° C e em vôo em torno de 15° C, com céu claro e com poucas nuvens, de três tipos de superfícies distintas.

Inicialmente, foi obtido o espectro em vôo a 8.000 ft, aproximadamente 2.400 m de altitude em relação ao nível do mar, com a aeronave voando na proa magnética 60°, sol posicionado à esquerda da aeronave (de 1 para 2 horas) e superfície medida composta de vegetação rasteira e de área de plantio. A Figura 2 apresenta o espectro obtido.

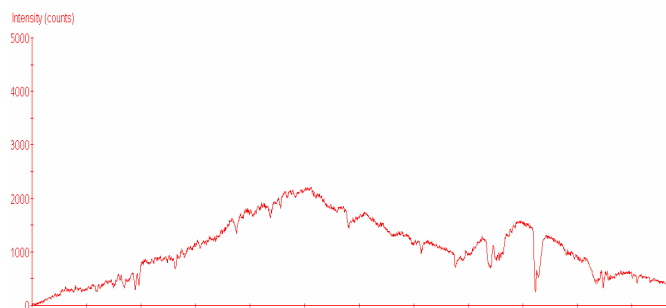


Fig. 2 - Espectro Vegetação Rasteira e Área de Plantio.

Em seguida, foi obtido o espectro (Figura 3) de uma aérea habitada, cidade de Caçapava, aeronave voando na proa 125° e sol à direita da aeronave (de 10 para 11 horas).

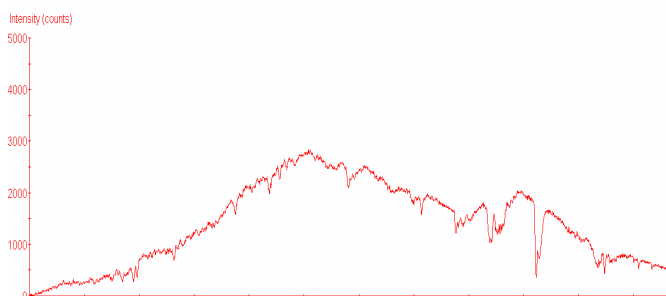


Fig. 3 - Espectro Área Habitada, Cidade de Caçapava.

Após, foi obtido o espectro de uma superfície montanhosa, Serra da Mantiqueira (Figura 4), com proa 330° e sol praticamente posicionado na cauda da aeronave.

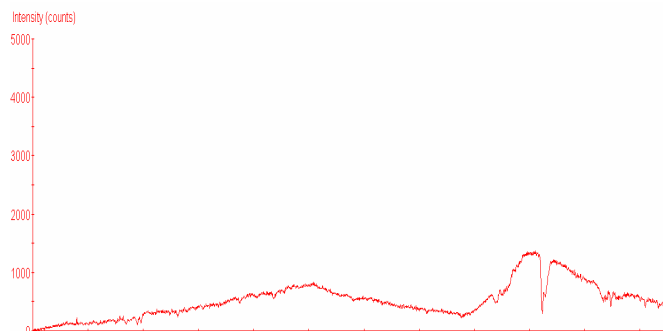


Fig. 4 - Espectro da Serra da Mantiqueira.

Antes de iniciar a descida para a altitude de tráfego, foi obtido o espectro do céu na mesma altitude e condições mencionadas anteriormente (Figura 5). A fibra foi posicionada em direção ao céu e mantida por um breve período de tempo, a fim de evitar a saturação do sinal adquirido.

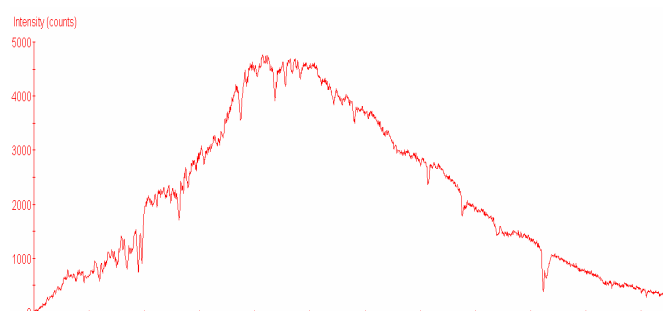


Fig. 4 - Espectro do Sol.

Com a aeronave posicionada a uma altitude de 1.000 ft, aproximadamente 300 m em relação ao terreno, foi obtido o espectro do aeroporto de São José dos Campos. O espectro foi obtido (Figura 6) com a aeronave voando na proa magnética 330°, com sol próximo à cauda da aeronave.

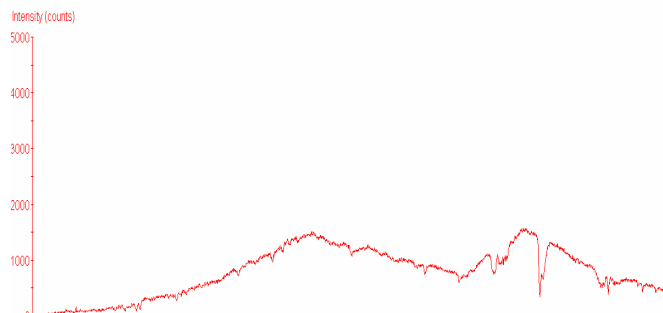


Fig. 5 - Espectro Aeroporto

Também foram obtidos alguns espectros em condições atmosféricas diferentes das reportadas anteriormente. Foi obtido o espectro em um dia totalmente nublado, temperatura de

20°C, altitude inicialmente 1.000 ft, depois 5.000 ft, às 16 horas.

Foram obtidos espectros das seguintes superfícies: aeroporto de São José dos Campos, vertical da cidade de São José dos Campos, Serra da Mantiqueira e Represa de Paraibuna.

VI. ANÁLISE DOS ESPECTROS

De uma maneira geral, os espectros contínuos obtidos apresentaram uma grande semelhança. Pode notar-se que, ao longo de seus contornos, há vários pontos de atenuações, conhecidas como regiões de absorção. A fim de poder analisar mais detalhadamente os resultados obtidos, foram realizados dois tipos de comparações de alguns dos espectros de background, levando-se em consideração o tipo de ambiente e a cobertura de nuvens. As Figuras 7 e 8 apresentam as comparações dos espectros.

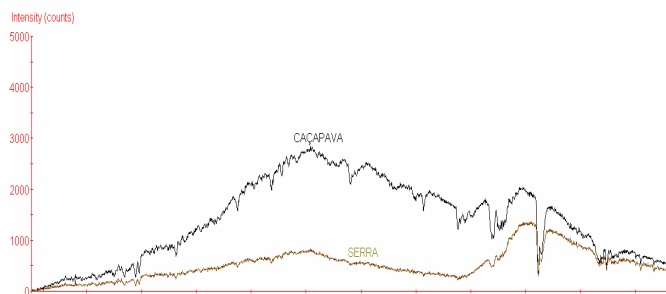


Fig. 6 - Comparação variando o tipo de ambiente.

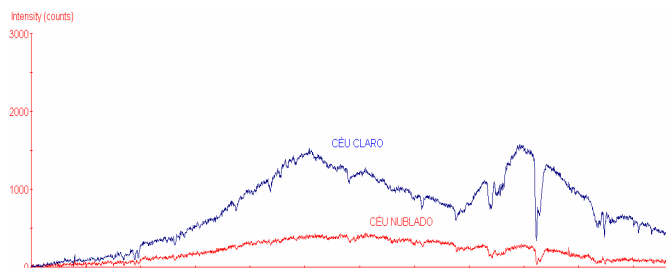


Fig. 7 - Comparação variando a cobertura de nuvens.

Na Figura 7, nota-se que mantendo a mesma altitude, cobertura de nuvens e horário relativamente próximo, a intensidade relativa do sinal de background do ambiente varia de acordo com a cobertura da superfície (solo). Por exemplo, é de se esperar que uma superfície de serra, coberta por uma vegetação de grande porte e densa, tenha uma capacidade maior de absorver a radiação incidente do sol, refletindo um espectro de emissão de menor intensidade em relação à vertical da cidade de Caçapava. Por outro lado, uma cidade, apresentando grande número de edificações, proporciona uma maior reflexão do sinal emitido e, conseqüentemente, maior intensidade relativa captada pelo sensor do equipamento utilizado. Na Figura 8, é facilmente perceptível que, com o céu claro, a radiação emitida pelo sol, de uma mesma superfície, possui

uma intensidade relativa bem maior comparada ao valor medido com o céu nublado. A cobertura de nuvens é grande responsável pela atenuação do sinal.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode concluir-se que o sinal de background varia de intensidade de acordo com o tipo de ambiente e condições atmosféricas. Também, podemos afirmar que o background dos ambientes analisados sofre pequenas alterações no decorrer do dia. Por fim, é de se esperar que o sistema MAWS seja capaz de distinguir uma ameaça real de um sinal de background, através de mudanças bruscas e intensas em alguns comprimentos de onda. É provável que haja um sistema de controle da sensibilidade dos sensores do MAWS, que deve ser capaz de atenuar a intensidade do background no ambiente de operação.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar o nosso agradecimento ao Doutor Marcelo Geraldo Destro, do Laboratório Dédalo do IEAv, por disponibilizar o equipamento utilizado para a realização dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- ¹ Comando da Aeronáutica. Apostila de eletroóptica do Curso Básico de Guerra Eletrônica. Natal, 2002. 22 p.
- ² Duarte, Cláudio Faria. Análise Conceitual da Aeronave C-130 na Faixa da Radiação Ultravioleta. 2006. 99 f. Trabalho Individual - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2006. Trabalho integrante do Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético (CEAAE).