

## O LASER E OS RISCOS DE SUA UTILIZAÇÃO INDEVIDA PARA A SEGURANÇA DE VOO

Gustavo Borges Basílio <sup>1</sup>

Denis da Rosa Silveira <sup>2</sup>

Maria Terezinha Pavan <sup>3</sup>

Emmanuel Gomes da Silva <sup>4</sup>

Carlos Alberto de Mattos Bento <sup>5</sup>

Artigo submetido em 24/01/2011.

Aceito para publicação em 18/04/2011.

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um breve estudo sobre os riscos da utilização inadvertida de equipamentos e objetos emissores de raio *LASER* para a segurança operacional das atividades aéreas. Na Introdução, são abordados os problemas de ilusões visuais relacionados às emissões luminosas nas operações de pouso e decolagem. Em seguida é apresentado estudo simulado da FAA (Federal Aviation Administration) sobre luzes de *LASER*, onde são apresentadas as interferências visuais no desempenho de pilotos. Posteriormente, são relatadas as ocorrências em território nacional onde o *LASER* interferiu nas atividades aéreas juntamente com medidas adotadas pelos órgãos de navegação aérea nacional e internacional. Para finalizar, o trabalho apresenta recomendações de segurança operacional e conclui que a utilização indevida do *LASER* representa real potencial de perigo à segurança da aviação.

**PALAVRAS CHAVE:** *LASER*. Prevenção de Acidentes. Segurança de Voo.

---

<sup>1</sup> Oficial Aviador da Força Aérea Brasileira, graduado em Ciências Aeronáuticas pela Academia da Força Aérea, investigador de acidentes aeronáuticos e mestrando em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. basorion2000@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Coordenador de Sistemas Operacionais da Navegação Aérea da INFRAERO, graduado em Administração com Habilitação em Comércio Exterior pela União Educacional de Brasília - UNEB, Elemento Credenciado SIPAER e Mestrando em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. pimentinha.silveira@gmail.com

<sup>3</sup> Graduada em Comunicação Social com Habilitação em Jornalismo pela UEL-Universidade Estadual de Londrina, especialista em língua inglesa (UEL), coordenadora de segurança operacional - Navegação Aérea-Aeroporto de Londrina-Governador José Richa, elemento credenciado SIPAER e mestranda em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. terry@sercomtel.com.br

<sup>4</sup> Analista de Recursos Humanos da INFRAERO, formado em Administração de Empresas pelo Centro Universitário de Brasília - UniCEUB e Mestrando em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. emmanugs@gmail.com

<sup>5</sup> Oficial Aviador da Força Aérea Brasileira, graduado em Ciências Aeronáuticas pela Academia da Força Aérea, investigador de acidentes aeronáuticos e docente no curso de Mestrado Profissional em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada do Instituto Tecnológico de Aeronáutica. bento86333@terra.com.br

## 1 INTRODUÇÃO

A fase de aproximação e pouso de uma aeronave é a fase de maior risco durante o voo. De acordo com um relatório técnico da Boeing, 34% de todos os acidentes fatais ocorridos no período de 2000 a 2009 com a frota mundial de aeronaves comerciais aconteceram nesta fase (BOEING, 2010). Trata-se de uma fase crítica, pois a aeronave encontra-se com o trem de pouso e *flaps* distendidos e em uma velocidade abaixo da qual a aeronave não pode se sustentar com muita segurança. É também nessa fase que toda a atenção dos tripulantes deve estar voltada para o único objetivo de pousar o avião de forma segura. O desvio da atenção dos pilotos em momentos como esse pode causar erros de percepção de rampa de pouso, entre outros, que pode gerar pousos bruscos ou muito longos, quando os tripulantes não conseguem frear a aeronave no comprimento de pista disponível, incorrendo em acidentes do tipo excursão de pista, por exemplo (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2000).

Diversos pilotos e controladores de tráfego aéreo têm observado e reportado emissões luminosas não autorizadas em direção a aeronaves em procedimentos de aproximação e pouso, e à própria torre de controle, durante o período noturno. Tais emissões, mais conhecidas como raio *LASER*, estão sendo utilizadas de forma indevida, geralmente como uma brincadeira por parte dos emissores, sem perceber que estão atrapalhando a visão e a concentração dos pilotos durante o pouso, podendo contribuir para um acidente aeronáutico. Luzes indesejadas na cabine de pilotagem durante um procedimento afetam a consciência situacional dos tripulantes, particularmente durante a noite, quando instintivamente os pilotos tentarão identificar de onde provêm as emissões luminosas, expondo-se a riscos imensuráveis (INFRAERO, 2010).

*LASER* é um dispositivo que amplia a luz por emissão estimulada de radiação, ou seja, produz radiação eletromagnética. Tendo características que permite uma frequência bem definida (monocromático), relações de fase bem definidas (coerente) e propagação da luz como um feixe (colimada, luminosidade), o

nome *LASER* deriva das iniciais das palavras *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (MUNDO EDUCAÇÃO, 2010).

Os equipamentos emissores de *LASER* são encontrados em toda a parte, de escolas a salas de cirurgia. A acessibilidade a essa tecnologia e a redução dos custos na fabricação de dispositivos emissores, colocou o *LASER* à disposição de qualquer consumidor. Além disso, a aplicação da tecnologia do *LASER* para a sociedade moderna ainda é emergente e seu potencial parece sem limites. No entanto, se utilizado indevidamente, a tecnologia do *LASER* também representa um risco importante para as pessoas. Mesmo o ponteiro *LASER* mais inofensivo pode representar um perigo para a segurança operacional, seja através de efeitos biológicos direto nos olhos ou devido à perda de concentração no desempenho de tarefas críticas em situações perigosas como nos procedimentos de aproximação e pouso.

Estudos da FAA (*Federal Aviation Administration*), e de outras entidades governamentais americanas, indicaram que a exposição de tripulantes à iluminação *LASER* pode causar efeitos perigosos (distração, ofuscamento, cegueira momentânea e, em circunstâncias extremas, deficiência visual permanente) que podem comprometer a habilidade dos pilotos em executar procedimentos. Outro estudo da ICAO (*International Civil Aviation Organization*) indicou que feixes de *LASER* podem afetar seriamente o desempenho visual dos pilotos sem, contudo, causar danos físicos aos olhos. Tais situações dependem apenas da potência da emissão do dispositivo e do tempo de exposição à luz.

Efeitos como os demonstrados nos estudos da FAA e da ICAO podem dificultar o processo de decisão da tripulação na fase crítica de aproximação para pouso de aeronaves, o qual deve ser rápido devido aos riscos envolvidos no procedimento. O desvio da atenção dos pilotos por terem sido atingidos por uma emissão de *LASER* é uma condição que afeta diretamente a segurança operacional da atividade aérea e, por isso, deve ser tratada como um risco que precisa ser devidamente mitigado.

## 2 LASER

Apesar de sua utilização diversificada em vários aspectos da vida moderna como microcirurgias, código de barras, impressoras a *LASER*, solda e corte em indústria, fibras óticas, gravação de música e ponteiros de *LASER* para palestras, a invenção do *LASER*, em 1957, trouxe significativos problemas relacionados com luzes de alta densidade, e a sua má utilização pode trazer prejuízos para a saúde humana e também risco para algumas atividades operacionais, como o caso da aviação (ICAO, 2003).

O *LASER* pode produzir raios de luz de tamanha intensidade que podem causar danos irreversíveis, instantaneamente, à retina do olho humano, mesmo a distâncias de 10 km. Os efeitos biológicos mais comuns relatados em decorrência do uso não autorizado do *LASER*, relacionados com os olhos e operações aéreas, são, entre outros, distração, queimadura da retina, hemorragias na retina, ruptura do globo ocular, *glare* (visão ofuscada enquanto durar o clarão da luz), *flash blindness* (cegueira temporária, como num *flash* de câmera fotográfica) e *after-image* (imagem que permanece no campo visual após o olho ser exposto a uma luz brilhante), como mostra o gráfico 02 (ICAO, 2003).

Até o ano 2001, mais de 600 incidentes foram reportados mundialmente com relação ao uso indevido e inadvertido de emissões de *LASER* produzidas, em sua maioria, por ponteiros vendidos livremente a baixo custo e que possibilitam o uso malicioso desse dispositivo, interferindo na segurança de voo (ICAO, 2003).

A gravidade dos incidentes com *LASER* depende basicamente da sua potência e de fatores externos que podem amplificar ou reduzir o efeito da iluminação causada por este dispositivo. Existem cinco diferentes classes de *LASER*, divididas de acordo com a sua habilidade de causar danos aos olhos e pele, conforme tabela 1. A maioria dos apontadores *LASER* do mercado está classificada na classe III a, além de existirem outros na classe III b (IFALPA, 2009).

TABELA 1 – Classificação do *LASER* (IFALPA, 2009).

Classificação	Potência	Efeito
Classe I	<0,39 mW	Sem capacidade de ferir olhos ou pele
Classe II	<1 mW	Pode causar danos a olhos com exposições superiores a 10 seg.
Classe III a	<5 mW	Pode causar danos a olhos com exposições superiores a 10 seg.
Classe III b	<500 mW	Qualquer tempo de exposição pode causar danos aos olhos
Classe IV	>500 mW	Podem causar danos aos olhos e pele, mesmo que refletidos

Os ponteiros de *LASER* vendidos possuem uma observação com a seguinte informação sobre sua correta utilização: “Em nenhuma hipótese esse *LASER* deve ser apontado na direção de pessoas, aviões, carros e outros veículos, pois eles cegam e podem causar acidentes graves. Use o *LASER* com responsabilidade”. Além disso, as especificações técnicas mostram que o *LASER* pode ser utilizado como ferramenta de ignição de explosivos à base de pólvora, assim como demais substâncias inflamáveis, considerando a quantidade de energia liberada pelo *LASER*. Dependendo de sua potência, os ponteiros *LASER* podem “estourar balões, acender cigarros, fósforo, pólvora negra, derreter substâncias plásticas, baquelite, aquecer metais e produzir faíscas em palha de aço – Bombriil”. (INFRAERO, 2010).

Existem fatores que podem intensificar ou reduzir os efeitos da exposição a *LASER*, como: clima, horário do dia, cor do feixe, distância e ângulo relativo da incidência e velocidade de deslocamento.

Estudos simulados realizados em 2004 pela FAA e publicados no relatório DOT/FAA/AM-04/9 constataram que distrair ou ofuscar pilotos com o uso de canetas *LASER* é perigoso para a aviação. Quando um raio *LASER* atinge uma aeronave, o piloto vê um *flash*, um raio de luz. Na melhor das hipóteses este fato pode distrair o piloto e, na pior, a luz pode ser tão clara e brilhante que pode impedir que o piloto veja além dessa luz, cegando-o temporariamente. Pode acontecer também de o piloto pensar estar sendo atacado por algum tipo de luz *LASER* e efetuar manobras evasivas durante pousos ou decolagens. Os estudos ressaltaram que, quando os

pilotos recebem a luz de *LASER*, fica significativamente mais difícil para eles realizarem procedimentos de pouso bem sucedidos. (LASERPOINTERSAFETY, 2004, Tradução Nossa).

De acordo com pesquisa da FAA, trinta e quatro pilotos voluntários participaram do teste, no qual cada um deles efetuou quatro aproximações para pouso em equipamentos simuladores para Boeing 727. Durante três das quatro aproximações, emissões de raio *LASER* na cor verde foram direcionadas para a janela da cabine do simulador, com duração de um segundo cada e com três níveis diferentes de exposição:  $0.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$  (microwatts por centímetro quadrado),  $5.0\mu\text{W}/\text{cm}^2$  ou  $50\mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

Em uma das quatro aproximações nenhum raio *LASER* foi utilizado. As exposições foram escolhidas aleatoriamente e o piloto não sabia que tipo de exposição ele receberia ou não, durante a aproximação. A pesquisa procurou verificar se a intensidade do brilho das luzes interfere no desempenho do piloto durante tarefas críticas, como é o caso de procedimento de pouso, apesar das exposições serem seguras para os olhos durante o teste, conforme figura 1.

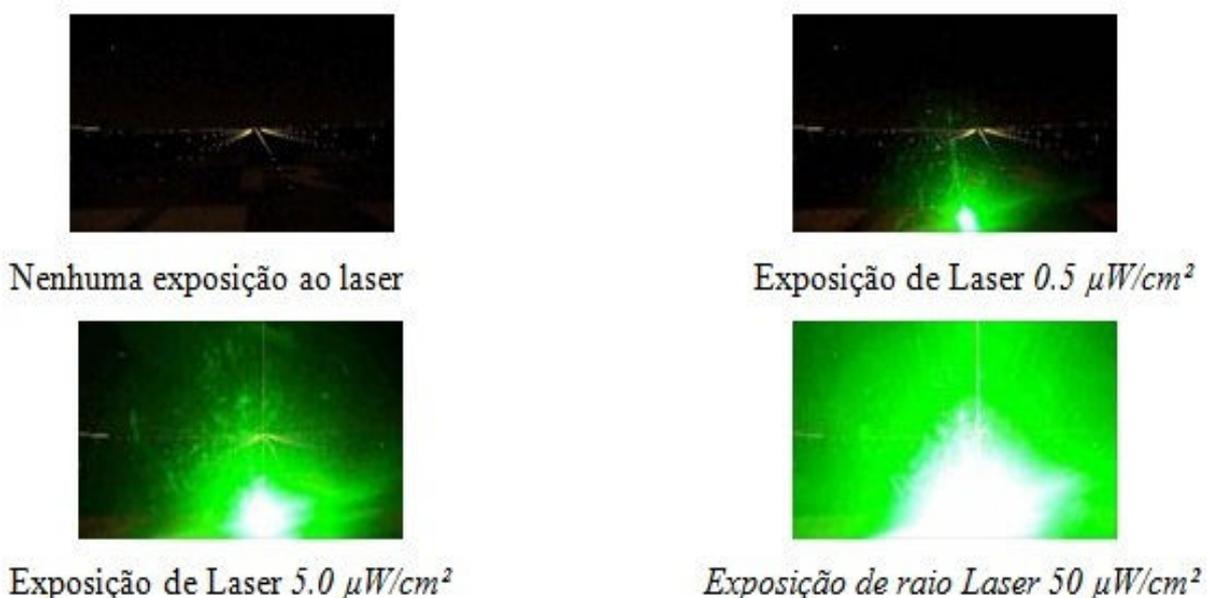


FIGURA 01 – Visão do Piloto com incidência de *LASER* na cabine  
(Fonte: LASERPOINTERSAFETY, 2004).

Conforme gráfico 01, 75% dos pilotos sofreram algum tipo de dificuldade operacional, como abortar o pouso e vários problemas com desempenho operacional, como passar o comando ao copiloto. Os efeitos visuais que influenciaram durante operação simulada de pouso, constam do gráfico 02.

GRÁFICO 01: Porcentagem de efeitos operacionais adversos durante teste com raio *LASER* (*LASERPOINTERSAFETY*, 2004).

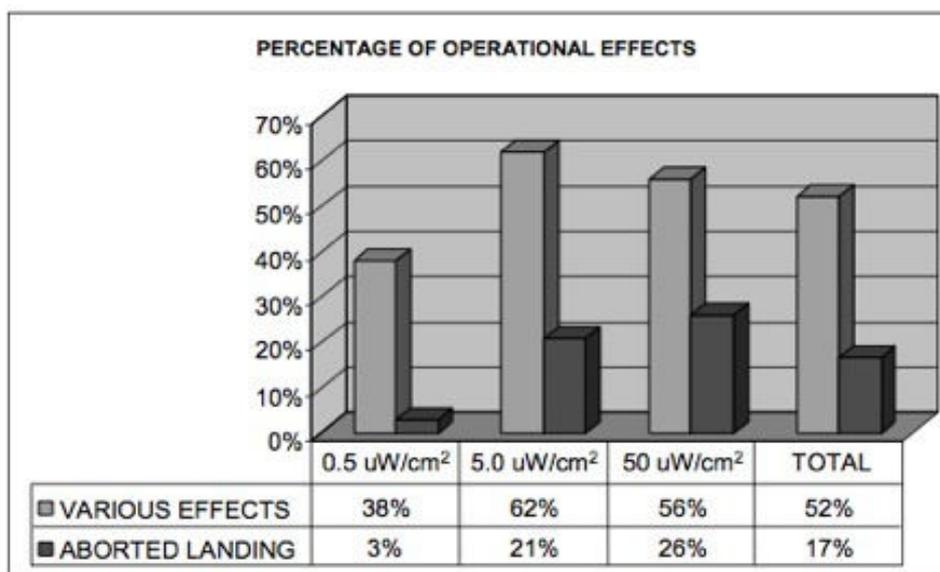
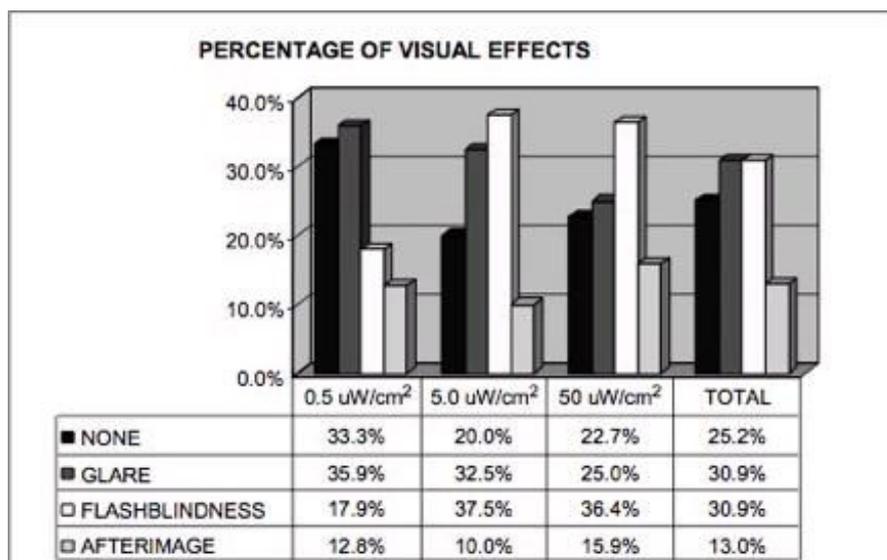


GRÁFICO 02: Porcentagem de efeitos visuais durante teste com raio *LASER* (*LASERPOINTERSAFETY*, 2004).

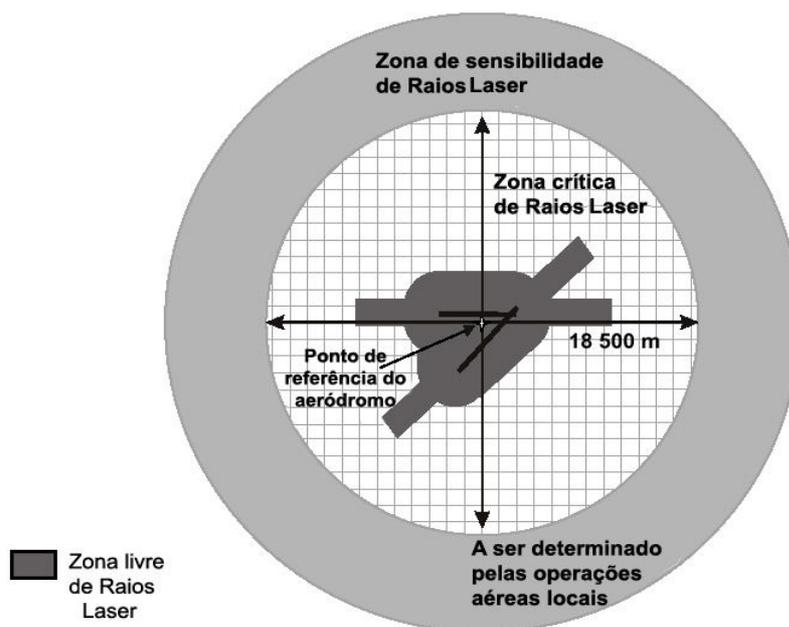


A pesquisa ressalta que apesar da exposição de 1 (um) segundo dos raios *LASER* e com raios mais fracos, utilizadores de *LASER* podem pensar que este

nível de luz pode não causar nenhum problemas aos pilotos. Contudo os estudos mostraram que os efeitos do ponteiro *LASER* na mão de um entusiasta utilizador são bem diferentes daqueles efeitos experimentados pelo piloto durante a aproximação para pouso. Vale considerar que os pilotos, participantes do teste, sabiam que seriam iluminados por *LASER*, enquanto que na vida real, os pilotos são pegos de surpresa, com *flashes* de luzes inesperados e provavelmente têm mais dificuldade em reagir.

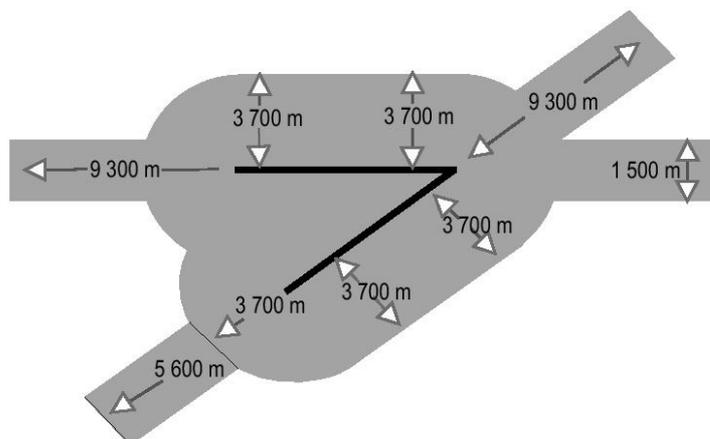
Para proteger a segurança da aviação nas proximidades dos aeródromos, heliportos, áreas a fins como corredores visuais para regras de voo visual, a ICAO sugeriu zonas de proteção a serem estabelecidas no entorno de aeródromos, definidos nas figuras 02, 03 e 04:

- *Normal flight zone* (NFZ)- espaço não definido como livre crítico ou sensível;
- *LASER-beam free flight zone* (LFFZ) - Zona Livre de Raios *LASER*;
- *LASER-beam critical flight zone* (LCFZ) – Zona Crítica de Raios *LASER*; e
- *LASER-beam sensitive flight zone* (LSFZ)- Zona de Sensibilidade de Raios *LASER*.



*Nota.* – As dimensões fornecidas servem apenas como indicação.

FIGURA 02 – Zonas de Proteção de Voo (ANAC, 2009).



Nota. – As dimensões fornecidas servem apenas como indicação.

FIGURA 03 – Zona Livre de Raios LASER em Pista Múltipla (ANAC, 2009).

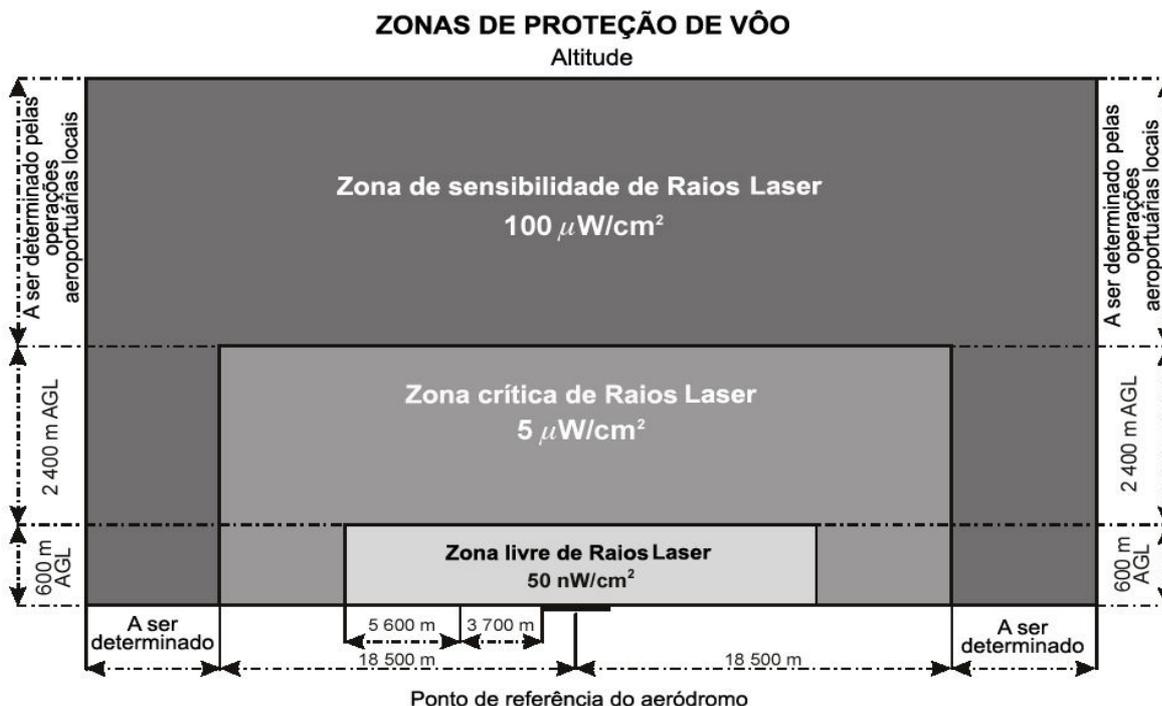


FIGURA 4 – Zonas de Proteção de Voo com os Níveis Máximos de Irradiações para Raios LASER Visíveis (ANAC, RBAC 154).

Os espaços acima se referem apenas a raios LASER visíveis não incluindo os raios LASER operados por autoridades de forma a atender a segurança de voo e não impondo responsabilidade aos operadores dos aeródromos. “Em todo o espaço aéreo navegável, o nível de irradiação de qualquer raio LASER, visível ou invisível, deve ser igual ou menor que a máxima exposição permitida (MPE), a não ser que tal

emissão tenha sido notificada aos órgãos competentes”. (BRASIL, 2009).

A ICAO publicou o Documento nº 9815-*Manual on Laser Emitters and Flight Safety*, que trata da emissão de *LASER* e a segurança de voo abordando os efeitos médicos, fisiológicos e psicológicos causados na tripulação exposta às emissões. As informações e orientações deste manual são direcionadas aos dirigentes governamentais, operadores de *LASER*, controladores de tráfego aéreo, tripulantes, autoridades reguladoras, médicos envolvidos em medicina da aviação. As informações pertinentes foram incluídas nos anexos 11-Serviços de Tráfego Aéreo e Anexo 14-Aeródromos, ambos da ICAO. O documento possui como apêndice o relatório utilizado para informe de incidentes sobre *LASER* e o questionário sobre exposição da tripulação à luz do *LASER*. A FAA emitiu Advisory Circular nº 70-2 com instruções detalhadas sobre a coleta e divulgação das informações de *LASER* através de NOTAM e do sistema informatizado para o tráfego aéreo. Preocupados com as consequências do raio *LASER* na segurança de voo, países como Estados Unidos, Canadá, Austrália e Inglaterra já estão incluindo em lei as responsabilidades civis e penais para usuários de raio *LASER* que possam de alguma forma interferir na segurança do tráfego aéreo, ao apontarem o *flash* de luz para os *cockpits* de aeronaves. As punições variam de pagamento pecuniário a prisões dependendo do nível do dano causado (LASERPOINTERSAFETY, 2010).

### **3 O LASER NO BRASIL**

Não se sabe ao certo se as ocorrências envolvendo a utilização indevida de raio *LASER* contra aeronaves em solo brasileiro começaram a existir no final do ano de 2009 ou se começaram a ser reportadas a partir desta data quando surgiram os primeiros relatos documentados de pilotos a respeito do assunto (INFRAERO, 2010).

No Brasil, os reportes de uso indevido de *LASER* têm aumentado, com tendência de crescimento em virtude da divulgação da novidade entre jovens e adolescentes, que geralmente são os responsáveis pelas ocorrências (TERRA,

2010).

Pode-se observar através da tabela 02, o aumento considerável do número de ocorrências com certa concentração nas regiões sul e sudeste.

TABELA 02 – Incidência no Brasil de raio *LASER* focado para cabine de aeronave (INFRAERO, 2010).

LOCALIDADE	OCORRÊNCIAS REPORTADAS
BELO HORIZONTE	06
CAMPINAS	64
CURITIBA	01
GOIÂNIA	01
GUARULHOS	25
LONDRINA	12
UBERLÂNDIA	03

No Brasil, a ANAC incluiu no RBAC 154 as definições e informações sobre espaços restritos citados no Documento 9815 da ICAO. Com base no aumento de reportes de pilotos sobre a incidência de uso do *LASER* não autorizado e no Relatório de Análise Crítica sobre Ação de Ponteiros *LASER*, realizado pelo Aeroporto de Londrina (INFRAERO, 2010), a INFRAERO além de encaminhar para o CENIPA todos os reportes, emitiu através da sua Superintendência de Navegação Aérea (DONA), o Aviso de Segurança Operacional onde solicita aos órgãos de navegação aérea por ela administrados que reportem todas as ocorrências relacionadas ao uso do *LASER* que estejam interferindo com o tráfego aéreo e está buscando junto com os Órgãos envolvidos, soluções para este novo desafio.

### 3 RECOMENDAÇÕES

Como forma de prevenir o uso indevido de equipamentos emissores de raio *LASER*, recomenda-se: a adoção por parte da Autoridade Aeronáutica de formulários de reportes de emissões de *LASER* e questionários de exposição ao *LASER*, a exemplo dos padrões adotados pela FAA e ICAO, a fim de se manter um melhor controle das ocorrências objetivando um combate preventivo mais efetivo; a criação pela Autoridade competente, de uma campanha informativa, em âmbito nacional, sobre os perigos e responsabilidades da utilização indevida do *LASER* na

atividade aérea; definição de regras, pela Autoridade Aeronáutica em conjunto com o governo do estado ou prefeitura da localidade onde está instalado o sítio aeroportuário, para que as pessoas que utilizam apontadores *LASER* contra aeronaves sejam localizadas, devidamente orientadas e responsabilizadas; e a inclusão, pelo Governo Federal, através do Ministério da Justiça, nos códigos civil e penal brasileiros, de sanções específicas por atos e danos causados a terceiros com relação ao uso inadvertido de iluminações *LASER*.

#### 4 CONCLUSÃO

A utilização indevida de ponteiros *LASER* contra aeronaves não é um problema novo. No mundo, os relatos e pesquisas sobre o assunto se iniciaram a partir do ano 2000, enquanto no Brasil os reportes datam do fim de 2009, tendo a falta de conscientização sobre o assunto feito com que as ocorrências aumentassem nos últimos anos.

Este problema está tomando proporções preocupantes no país, tendo em vista o aumento considerável do número de ocorrências reportadas.

A exemplo de outros países que já convivem com essa ameaça, o Brasil deve adotar medidas mitigadoras proativas, como as recomendadas anteriormente, visando não permitir que esse problema seja mais um fator contribuinte para um incidente ou acidente aeronáutico no futuro.

#### REFERÊNCIAS

BOEING. **Statistical summary of commercial jet airplanes accident - worldwide operations 1959-2009**. Washington, jul 2010. Disponível em: <<http://www.boeing.com/news/techissues/pdf/statsum.pdf>>. Acesso em: 20 out 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento da Aviação Civil Brasileira (RBAC) nº 154**. Emenda 00. Brasília: ANAC, maio 2009.

ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration. **The effects of LASER illumination on operational and visual performance of pilots during final approach (DOT/FAA/AM-04/9)**. FAA Office of Aerospace Medicine, jun. 2004. Disponível em: <<http://www.faa.gov/library/reports/medical/oamtechreports/2000s/media/0409.pdf>>. Acesso em: 27 set 2010.

\_\_\_\_\_. **Reporting of LASER illumination of aircraft** (Advisory Circular nº 70-2.). FAA, jan 2005.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION, ALAR Tool Kit. FSF ALAR Briefing Note 5.3 – Visual Illusion. **Flight Safety Digest**, aug/nov, 2000.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Manual on LASER emitters and flight safety (Doc 9815 AN/447)**. Montreal: ICAO, 2003.

IFALPA. **The effects of LASER illumination of aircraft**. fev 2009. Disponível em: <[http://www.fpapilots.fi/pdf/tiedotteet/09MEDBL07\\_Effects\\_of\\_laser\\_illumination\\_of\\_aircraft.pdf](http://www.fpapilots.fi/pdf/tiedotteet/09MEDBL07_Effects_of_laser_illumination_of_aircraft.pdf)>. Acesso em: 08 out 2010.

INFRAERO. **Relatório de análise crítica sobre ação de ponteiros LASER: aeroporto de Londrina**. Londrina: INFRAERO, 2010.

LASERPOINTSAFETY. **Never aim at aircraft..** Disponível em: <[http://www.laserpointersafety.com/laser-hazards\\_aircraft/laser-hazards\\_aircraft.html](http://www.laserpointersafety.com/laser-hazards_aircraft/laser-hazards_aircraft.html)>. Acesso em: 21 set 2010.

\_\_\_\_\_. **Laser pointer laws and regulations.** Disponível em: <<http://www.laserpointersafety.com/rules-general/rules-general.html>>. Acesso em: 27 set. 2010.

MUNDO EDUCAÇÃO. **O raio LASER**. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com.br/fisica/o-raio-laser.htm>>. Acesso em: 27 set. 2010.

TERRA. MG: **Polícia acha menino usando LASER contra cabine de aviões**. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/brasil/noticias/0,,OI4626634-EI8139,00-MG+policia+acha+menino+usando+laser+contra+cabine+de+avioes.html>>. Acesso em 27 set. 2010.

## **LASER AND FLIGHT SAFETY RISKS RESULTING FROM ITS IMPROPER UTILIZATION**

**ABSTRACT:** This paper presents a brief study on the air activity operational safety related risks resulting from the improper emission of LASER beams by equipment and emitting devices. Optical illusion problems concerning light emissions in landing and takeoff operations are dealt with at the Introduction. Next, an FAA LASER simulation study is presented, showing the effects of visual interference on the pilots' performance. Then, there is an account of the occurrences within the national territory, in which LASER has interfered in the air activities, together with the measures adopted by national and international air navigation agencies. Finally, the paper presents operational safety recommendations, and concludes that improper utilization of LASER brings a real potential hazard to aviation safety.

**KEYWORDS:** Accident Prevention. Flight Safety. LASER.