



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

JONATAS BORDIN RODRIGUES

RAIO LASER: UM PERIGO PARA A AVIAÇÃO NO BRASIL

Palhoça

2018

JONATAS BORDIN RODRIGUES

RAIO LASER: UM PERIGO PARA A AVIAÇÃO NO BRASIL

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientadora: Prof^ª. Conceição Aparecida Kindermann

Palhoça

2018

JONATAS BORDIN RODRIGUES

RAIO LASER: UM PERIGO PARA A AVIAÇÃO NO BRASIL

Esta monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovada em sua forma final pelo Curso de Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 01 de junho de 2018.

Orientadora: Prof^ª. Conceição Aparecida Kindermann, Dra.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Marcos Fernando Severo de Oliveira, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho a minha família, em especial a minha namorada Camilla que tem me dado apoio em dias e momentos difíceis para eu poder trabalhar nessa monografia e à professora Conceição Aparecida Kindermann, pela empatia durante a execução do mesmo, além de todos que acreditaram no meu potencial.

AGRADECIMENTOS

Durante muito tempo estive ausente, por estar trabalhando, problemas pessoais ou por estar em casa estudando. Essa distância, muitas vezes não é compreendida pelos amigos e familiares, coisa que, admiravelmente não aconteceu comigo. Deixo registrado aqui meu carinho e agradecimentos a minha namorada Camilla, minha mãe Carmen que já faleceu, meu pai Kleber, meus irmãos Lucas, Aline, Marlon e Marilim por fazerem parte do que sou hoje. Agradeço a Deus pelas oportunidades vividas na vida pessoal e profissional. Aos poucos amigos que ainda continuam comigo nessa trajetória incluindo o Davi que tem sido como um irmão e tem me incentivado nessa profissão maravilhosa que é ser piloto de linha aérea. A todos: MUITO OBRIGADO!

“Quanto mais alto voamos, menores parecemos aos olhos daqueles que não sabem voar.” (PRUSAK, Laurence, 1997)

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo geral compreender quais são os riscos para a aviação do raio laser apontado a uma aeronave e como orientar e conscientizar à população em geral sobre a prática ilegal destas ações. Caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, com procedimento bibliográfico e documental, por meio de artigos, reportagens, sites de aviação em geral, regulamentos e leis. A abordagem utilizada foi qualitativa e quantitativa. A análise dos dados foi feita por meio de gráficos, analisados de acordo com a fundamentação teórica. Ao finalizar a pesquisa, conclui-se que o desconhecimento e a ignorância dos indivíduos contribui para a prática ilegal de apontar raio laser às aeronaves, e traz como solução para a diminuição desses dados, principalmente a educação, com o intuito de mudar a consciência do mesmo.

Palavras-chave: Risco do Raio Laser. Acidentes Aeronáuticos. Segurança de Voo. Raio Laser.

ABSTRACT

This research had as general objective, to understand the danger coming from the practice of pointing laser ray to aircrafts. It is characterized as an exploratory research, with a bibliographical and documentary procedure, through articles, reports, aviation sites in general regulations and laws. The approach used was qualitative and quantitative. The analysis of the data was done by means of graphs, analyzed according to the theoretical basis. At the end of the research, it is concluded that the ignorance of the individuals, contributes to the illegal practice of pointing laser at the aircrafts, and brings as a solution for the reduction of these data, specially education, with the purpose of changing consciousness the same way.

Keywords: Laser Radiation Hazard. Aeronautical Accidents. Flight Safety. Laser ray.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo ponteira de laser.....	17
Figura 2 – Feixe de luz de laser atingindo a cabine da aeronave.	18
Figura 3 – Risco da emissão de laser na visão do piloto.	18
Figura 4 – Risco do laser na cabine.	19
Figura 5 – Ocorrências por Fase de Operação.....	22
Figura 6 – Ocorrências por Estado.	24
Figura 7 – Ocorrências por Estado – 2018.	26
Figura 8 – Ocorrências por Fase de Operação – 2018.....	27
Figura 9 – Zonas de proteção de voo com os níveis máximos de irradiação para raios laser visíveis.....	29
Figura 10 – Campanha de conscientização CENIPA.	30

LISTA DE SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
FAA	Federal Aviation Administration (Administração da Aviação Federal)
FAB	Força Aérea Brasileira
INFRAERO	Empresa de Infra Estrutura Aeroportuária
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
OACI	Organização da Aviação Civil Internacional
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	10
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.2.1 Objetivo Geral	10
1.2.2 Objetivos Específicos	10
1.3 JUSTIFICATIVA	11
1.4 METODOLOGIA.....	12
1.4.1 Natureza e tipo da pesquisa.....	12
1.4.2 Materiais e métodos	13
1.4.3 Procedimentos na coleta de dados	13
1.4.4 Procedimentos na análise dos dados.....	14
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	14
2 RISCO DO RAIOS LASER ÀS AERONAVES.....	16
2.1 RAIOS LASER EM AERÓDROMOS.....	16
2.2 RAIOS LASER.....	17
3 A INCIDÊNCIA DO RAIOS LASER SOBRE AS AERONAVES EM TERRITÓRIO BRASILEIRO	20
3.1 BANCO DE DADOS CENIPA.....	21
3.1.1 Ocorrências por Estados:.....	22
3.1.2 Registros de 2018	24
4 MÉTODOS PARA PREVENÇÃO OU MITIGAÇÃO DA INCIDÊNCIA DO RAIOS LASER SOBRE AS AERONAVES	28
4.1 LEGISLAÇÃO E ACORDOS VIGENTES QUE VISAM COIBIR A UTILIZAÇÃO DESTE INSTRUMENTO EM ÁREAS DE AVIAÇÃO	28
4.2 ORIENTAÇÃO À POPULAÇÃO	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS	34
ANEXO A - Direitos autorais - Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.	
Erro! Indicador não definido.	

1 INTRODUÇÃO

Incidentes causados por feixes de laser, apontados para aeronaves, têm sido cada vez mais comuns no Brasil e noticiados constantemente em telejornais: “Gravações entre pilotos e controladores de voo revelam como o uso de raios laser coloca em risco a aviação comercial no momento mais delicado da operação: o pouso”¹.

Muitos pilotos e controladores de tráfego aéreo têm percebido e reportado projeções luminosas não autorizadas em direção a aeronaves, principalmente em procedimentos de aproximação e pouso, e à própria torre de controle, notadamente durante o período noturno. Estas luzes, 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. 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 podendo contribuir para um acidente aeronáutico. (INFRAERO, 2010).

De acordo com o CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos), em 2017, foram registradas 683 notificações de usos do laser contra tripulações de aeronaves. Os registros foram feitos em diversos Estados e em diferentes fases de operação.

Apontar raio laser para cabines de aeronaves traz riscos à aviação, pois dificulta a visão dos pilotos em fases críticas do voo, como decolagem, aproximação e pouso. O feixe de luz pode causar cegueira instantânea, visão ofuscada e até mesmo lesões mais graves, como queimaduras na retina, que podem incapacitar o piloto de executar manobras com segurança.

No Brasil, apontar raio laser para aeronaves é crime tipificado no artigo 261 do Código Penal, que prevê reclusão de dois a cinco anos. Outros órgãos ligados à segurança da aviação também se preocupam em expedir regulamentos e documentos de conscientização aos pilotos, organizações e principalmente para sociedade em geral.

A segurança na aviação é pano de fundo para o tema principal deste trabalho e está delimitado aos incidentes causados e registrados em território brasileiro.

¹ Globo, SP2. Disponível em: <<https://globoplay.globo.com/v/4411624/>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

Diante desta realidade, o presente trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido para estudar o problema do raio laser, quando apontados à aeronaves, buscando encontrar suas causas, e maneiras de conscientização para que a aviação no Brasil se torne cada vez mais segura.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Que consequências o raio laser, apontado a aeronaves, pode trazer à aviação brasileira? Há métodos de prevenção e mitigação?

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos geral e específicos deste trabalho permeiam os riscos do uso de raio laser para condução de aeronaves, bem como observar a legislação específica, apontar riscos e possíveis soluções.

1.2.1 **Objetivo Geral**

Compreender quais são os riscos para a aviação do raio laser apontado a uma aeronave e como orientar e conscientizar à população em geral sobre a prática ilegal destas ações.

1.2.2 **Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos apontados a seguir serão abordados no decorrer do desenvolvimento deste trabalho de forma mais elucidada. São eles:

- a) Analisar o risco do raio laser.
- b) Levantar dados sobre relatos de incidentes por raio laser reportados por Estados.

- c) Verificar leis e acordos que coíbem a prática ilegal desta “brincadeira”.
- d) Abordar métodos de prevenção e mitigação quanto ao risco do raio laser e identificar o melhor método.
- e) Sugerir soluções e conscientização sobre os perigos desta prática.

1.3 JUSTIFICATIVA

Considerado como risco iminente às operações aéreas, o uso inadequado das ponteiros de raio laser direcionado as cabines de aeronaves podem causar danos como: distração, ofuscamento e cegueira momentânea. Além de poderem comprometer a habilidade dos pilotos em procedimentos de voo em várias fases da operação, a situação pode levar a circunstâncias extremas incluindo a perda de controle em voo. Risco este, ainda maior para as aeronaves tripuladas por um único piloto. (CENIPA).

Diante da criticidade do problema exposto, que pode causar desde danos pequenos a visão de pilotos até chegar a um acidente fatal, surgiu interesse em realizar a pesquisa da ocorrência destes casos em território brasileiro.

Ainda, verificou-se que o tema é importante não somente para aviadores (sejam eles privados, comerciais, agrícolas, de linha aérea ou offshore), como também para as organizações e população em geral.

Foram estudadas as formas de mitigação desses casos e de conscientização da população, principalmente das grandes cidades, acerca do perigo advindo do raio laser, vez que, provavelmente, não têm estas pessoas (população) noção das consequências de uma desorientação por parte dos pilotos.

O presente trabalho pode ser relevante como material de pesquisa e fonte de dados para alunos do curso de Ciências Aeronáuticas e demais estudantes que possuam interesse nesta área.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Natureza e tipo da pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como sendo descritiva, utilizando-se de procedimentos bibliográficos e documentais. Ainda realizada através de abordagem tanto qualitativa quanto quantitativa.

As pesquisas exploratórias, segundo Gil (2010, p. 27),

[...] têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Seu planejamento tende a ser bastante flexível, pois interessa considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado. Pode-se afirmar que a maioria das pesquisas realizadas com propósitos acadêmicos, pelo menos num primeiro momento, assume o caráter de pesquisa exploratória, pois neste momento é pouco provável que o pesquisador tenha uma definição clara do que irá investigar.

Por ser desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído por artigos, leis, documentos oficiais e também por registros de órgãos da aviação civil, fotografias, comunicações informais, entre outros, conceitua-se a pesquisa como bibliográfica e documental.

No entendimento de Lakatos e Marconi (2001, p. 183), a pesquisa bibliográfica “abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, materiais cartográficos, etc.”. Ainda, segundo os autores o objetivo é tonar conhecido pelo pesquisador tudo o que já foi feito sobre tal assunto.

Conforme definição de Vergara (1998, p.46):

Investigação documental é a realizada em documentos conservados no interior de órgãos públicos e privados de qualquer natureza, ou com pessoas: registros, anais, regulamentos, circulares, ofícios, memorandos, balancetes, comunicações informais, filmes, microfilmes, fotografias, vídeo – tape, informações em disquete, diários, cartas pessoais e outros.

Os métodos de abordagem da pesquisa foram qualitativos e quantitativos. Quanto aos métodos qualitativos, Marconi e Lakatos (2011, p. 269), descrevem a diferença destes sobre os citados acima e afirmam que,

[...] o método qualitativo difere do quantitativo não só por não empregar instrumentos estatísticos, mas também pela forma de coleta e análise dos dados. A metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento etc.

Tendo em vista que a pesquisa quantitativa se baseia em estatísticas e análise de dados, através de uma espécie de levantamento de dados, como conceitua Gil (2010), foi necessária a utilização de ambos os métodos – quantitativos e qualitativos – para trazer maior embasamento à pesquisa.

1.4.2 Materiais e métodos

Procedimentos bibliográficos e documentais foram utilizados para compor o referencial teórico do presente trabalho, utilizando livros, dicionários, documentos, reportagens e leis que falam sobre deveres, obrigações e fiscalização de cada órgão responsável por fazer cumprir as normas. Os dados serão analisados por meio de análise de conteúdo.

Bibliográficos: Livros, periódicos, sites oficiais e artigos que abordam a questão do raio laser no meio aeronáutico.

Documentais: Documentos diversos sobre as legislações regendo a Aviação Civil brasileira oferecem requisitos e padrões de procedimentos em relação ao tema proposto.

São eles:

- Documentos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC);
- Documentos do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA);
- Livro Didático Direito Aeronáutico UnisulVirtual
- Revista Virtual SAFETY NEWS da Gol Linhas Aéreas Inteligentes
- Manual de Orientação às Forças de Segurança Pública para a Fiscalização de Balões Não Tripulados

1.4.3 Procedimentos na coleta de dados

Os procedimentos de coleta de dados foram realizados através de observação e pesquisa documental.

Segundo Gil (2010):

A observação constitui elemento fundamental para a pesquisa. Desde a formulação do problema, passando pela construção de hipóteses, coleta, análise e interpretação dos dados, a observação desempenha papel imprescindível no processo de pesquisa. É, todavia, na fase de coleta de dados que o seu papel se torna mais evidente. A observação é sempre utilizada nessa etapa, conjugada a outras técnicas ou utilizada de forma exclusiva. Por ser utilizada, exclusivamente, para a obtenção de dados em muitas pesquisas, e por estar presente também em outros momentos da pesquisa, a observação chega mesmo a ser considerada como método de investigação.

Além da observação simples, foi utilizada a pesquisa documental realizada em documentos diversos sobre as legislações regendo a Aviação Civil.

1.4.4 Procedimentos na análise dos dados

Após a coleta de dados, os mesmos foram analisados, interpretados e inseridos no presente trabalho. De acordo com Gil (2010), os procedimentos de coleta e análise de dados são inter-relacionados, sendo o objetivo da interpretação “a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos”.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Visando maior entendimento o presente trabalho apresenta-se em cinco capítulos organizados como segue.

O presente capítulo, Introdução, visa descrever o contexto envolvendo a problemática do perigo do uso de raio laser para a aviação no Brasil, os objetivos geral e específicos, bem como a justificativa e metodologia aplicada a pesquisa.

No segundo capítulo, é abordado o referencial teórico acerca do tema, em uma abrangência mais generalista que permite verificar o que seria esse risco, como impacta a luz de laser dentro da cabine de uma aeronave, principalmente em espaço de aeroportos.

A efetiva incidência do raio laser sobre as aeronaves em território brasileiro é tratada no terceiro capítulo, onde são analisados dados, informações, reportagens dos fatos ocorridos no Brasil.

O quarto capítulo aborda os métodos para prevenção e mitigação das incidências de raio laser apontados às aeronaves, onde destaca-se dentre eles: a legislação vigente e a conscientização a população em geral.

Finalmente, apresenta-se o quinto e último capítulo com as considerações finais, que trás o fechamento de ideias e conclusões obtidas ao longo da pesquisa. Seguido das referencias bibliográficas consultadas para sua realização e por fim, seus anexos.

2 RISCO DO RAIOS LASER ÀS AERONAVES

Apesar de serem consideradas um dos meios de transportes mais seguros do mundo, as aeronaves estão expostas a diversos riscos, tanto pelas raras falhas humanas e tecnológicas quanto por fatores ambientais ou ocasionados por terceiros.

Risco é definido pela ISO 31000 como o resultado da indefinição nas intenções, podendo ocorrer ou não. Quando há falta de comunicação e informações os riscos podem surgir. Pode-se dizer que “o risco é a possibilidade de que os resultados sejam diferentes dos esperados, podendo envolver graves perdas ou então novas oportunidades”. (DAMODARAN, 2003, apud WEBER, 2013, p.3).

Ainda, segundo a Federal Aviation Administration², risco é o impacto futuro de um perigo que não é controlado ou eliminado. Pode ser visto como incerteza futura criada pelo perigo. Se envolver conjuntos de habilidades, a mesma situação pode ocasionar riscos diferentes.

Nas seções que seguem são apresentados o raio laser em aeródromos e também o próprio raio laser.

2.1 RAIOS LASER EM AERÓDROMOS

A ANAC, através do RBAC nº 154 fundamenta as orientações a respeito da proteção contra laser para todos os aeródromos. De acordo com o regulamento, os aeródromos (destacando-se os aeroportos) devem estar protegidos dos lasers, seguindo uma lógica escalar de distância de tais locais para a emissão dos feixes de luz:

O item 154.305 - Luzes do documento predispõe:

(a) Disposições Gerais:

(1) Luzes que podem por em risco a segurança de aeronaves: uma luz de superfície não aeronáutica e próxima a um aeródromo, que possa por em risco a segurança operacional de aeronaves, deve ser apagada, obstruída ou, de outra forma, modificada de modo a eliminar a fonte de perigo.

² *Federal Aviation Administration.* Disponível em: <https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/media/faa-h-8083-2.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2018

(2) Emissões de raios laser que podem por em risco a segurança de aeronaves: para proteger a segurança de aeronaves contra os perigosos efeitos de projetores de raios laser, as seguintes zonas de proteção devem ser estabelecidas no entorno de aeródromos: Zona Livre de Raios Laser (LFFZ); Zona Crítica de Raios Laser (LCFZ); Zonas de Sensibilidade de Raios Laser (LSFZ).

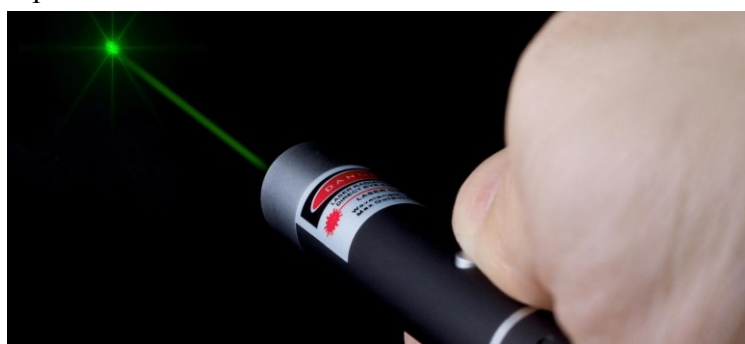
Conceitua-se Aeroporto como vernáculo utilizado para designar um aeródromo acrescido de terminal capaz de acomodar e despachar, rapidamente, grande volume de carga e número expressivo de passageiros. Aeródromo (AD) é uma área destinada a operação de aeronaves, inclusive com vias adjacentes de ligação entre as pistas ou entre essas os pátios de estacionamento chamados “taxiways”, hangares, oficinas, auxílios a navegação e facilidades de toda sorte necessárias à operação do avião e tarefas dos tripulantes e pessoal de apoio no solo. (SILVA, 2016).

2.2 RAIOS LASER

O raio laser é um tipo de radiação eletromagnética visível ao olho humano com larga aplicação tecnológica e científica que vem se ampliando cada dia mais. Possui características especiais como: ser monocromática, coerente e colimada constituída por radiações de uma única frequência. A grande quantidade de concentração de energia em pequenas áreas, os chamados feixes, faz com que a luz seja muito potente, podendo ter brilho superior ao da luz emitida por uma lâmpada (MUNDO EDUCAÇÃO, 2018)

A ilustração a seguir mostra uma ponteira de raio laser.

Figura 1 – Modelo ponteira de laser



Fonte: <<https://hypescience.com/wp-content/uploads/2014/03/630390617802338593.jpg>>

As ponteiras de laser possuem uma observação aos seus usuários/compradores: “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 responsabilidade³". (Coluna Jornal de Brasília, 2012).

Corroborando, suas 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 por ele. Dependendo de sua potência, as ponteiros de laser podem estourar balões, acender cigarros, fósforo, pólvora negra, derreter substâncias plásticas, baquelite, aquecer metais e produzir faíscas em palha de aço. (INFRAERO, 2010).

Figura 2 – Feixe de luz de laser atingindo a cabine da aeronave.



Fonte: < <http://www.fab.mil.br/sis/enoticias/imagens/pub/25375/i1562415503858783.jpg> >

Figura 3 – Risco da emissão de laser na visão do piloto.



Fonte: <https://tripulantes.com.br/img/uploads/2016/05/04/1_8874601e-69bd-4791-9c2f-bdc1f34ab254.jpg>

³ Coluna Jornal de Brasília, 2012, pág 09. Disponível em: < http://3.bp.blogspot.com/-wcgVb9ZLONk/UMNRC_sN6MI/AAAAAAAAAeM/mvmkkjWQT5Q/s1600/Raio+Laser+avi%C3%B5es.jpg >. Acesso em: 14 mai. 2018.

Figura 4 – Risco do laser na cabine.



Fonte:< <https://tripulantes.com.br/img/uploads/2016/05/03/08d6365b-198a-4d8c-983c-828e0ac5ca03.jpg>>

As ilustrações 2, 3 e 4 mostram como o raio laser afeta a visão dos pilotos, sob uma ótica interna da aeronave. Nota-se, dessa forma, como fica prejudicada a condução das aeronaves que são atingidas por esse instrumento.

Ao final deste capítulo pode-se observar que a emissão de feixes de luz dirigida às aeronaves é um perigo potencial à segurança do voo, podendo gerar distração, ofuscamento e dificuldade de concentração do piloto. Por esse motivo já existe uma preocupação da ANAC visando proteger as áreas críticas em aeródromos. Mesmo assim, os feixes conseguem atingir muitas aeronaves e causar transtornos e riscos a todos os envolvidos nas operações, como veremos a seguir.

3 A INCIDÊNCIA DO RAIOS LASER SOBRE AS AERONAVES EM TERRITÓRIO BRASILEIRO

Segundo a INFRAERO (2010), não existe uma precisão sobre o surgimento dos primeiros registros de apontamentos de raio laser a aeronaves. Um movimento nos registros surge em 2009, mas paira a dúvida se foi neste ano que se iniciaram as incidências ou se já existiam e apenas no dado ano foram reportadas pelos pilotos ou controladores de voos.

A luz do laser⁴ é lançada, geralmente, quando as aeronaves estão se aproximando dos aeroportos. O pouso é o momento mais crítico do voo. Somente no ano de 2017 no Brasil, foram registrados 683 reportes no site do CENIPA em todo país. Os Estados com maior número de reportes são: São Paulo com 142, Minas Gerais com 96 e Rio Grande do Sul com 41⁵.

Apesar do perigo, qualquer um pode comprar uma caneta a laser, pois a sua venda não é proibida. O problema está em como o comprador irá utilizá-la.

Focando a identificação das ocorrências para a prevenção, o CENIPA disponibiliza em seu site <www.cenipa.aer.mil.br>, uma área exclusiva para o assunto “Raio Laser”, onde é possível preencher a Ficha de Notificação do Raio Laser com informações e dados importantes sobre a ocorrência, além de acesso a todas as informações sobre os reportes feitos a esta instituição.

Quando o reporte é realizado de imediato e com informações pertinentes, é grande a chance de identificar a pessoa que aponta o raio laser, exemplo disto é que em agosto de 2015 durante uma manifestação de apoio ao governo da presidente realizado na Avenida Paulista, um homem lançou raio laser verde em helicópteros da Polícia Militar, Rede Globo entre outros que sobrevoavam o local. Os tripulantes avisaram via rádio e policiais que estavam no solo cercaram o homem que foi preso.

Nas seções seguintes são apresentados o Banco de dados do Cenipa, relatando as ocorrências de raio laser por fases de operação e por Estados..

⁴ De acordo com o Dicionário online Dicio Raio Laser significa: Tipo de radiação eletromagnética visível ao olho humano, formada por partículas de luz (fótons) concentradas, emitidas em um feixe contínuo e que tem ampla aplicação na indústria. Laser é uma sigla para Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, que em português significa “amplificação da luz por emissão estimulada de radiação”. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/raio-laser/>>.

3.1 BANCO DE DADOS CENIPA

Instituído em 1971, por meio do decreto lei nº 69.565, o CENIPA constitui-se órgão central do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), que tem como objetivo fundamental promover a prevenção de acidentes aeronáuticos em concordância com normas internacionais.

A referida lei, em seu artigo terceiro, destaca as competências da instituição:

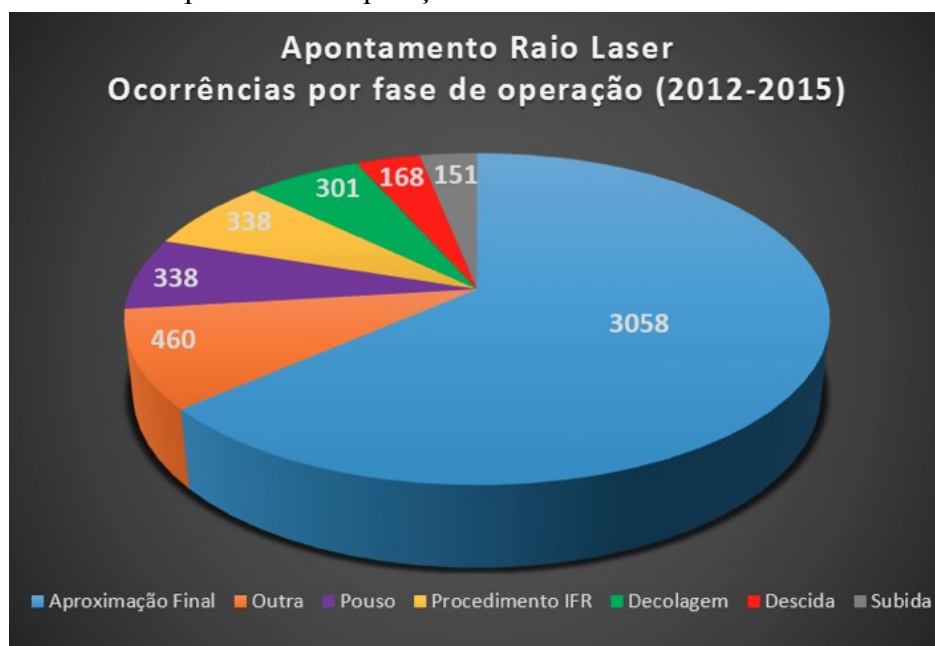
Ao Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, como órgão Central do Sistema, em obediência ao disposto no artigo 30, do Decreto-lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967, compete:

- 1 - à orientação normativa do Sistema;
- 2 - a supervisão técnica do desempenho da atividade-auxiliar pertinente, pela análise de relatórios e outros dados, elaborados pelos órgãos integrantes do Sistema;
- 3 - a fiscalização específica dos órgãos ou elementos executivos, quer através da participação nas inspeções levadas a efeito para Inspetoria-Geral da Aeronáutica, quer através de outros meios, preservada a posição do órgão ou elemento executivo na estrutura hierárquica que integra;
- 4 - o provimento, aos órgãos ou elementos executivos, direta ou indiretamente, de itens específicos para o funcionamento do Serviço, bem como o cogitação da manutenção dos itens reparáveis;
- 5 - o planejamento e a elaboração das propostas para os orçamentos Plurianuais de Investimentos e Orçamentos Programa Anuais, necessários ao desempenho da atividade de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, inclusive a previsão de recursos para indenização a terceiros decorrentes de acidentes causados por aeronaves do Ministério da Aeronáutica;
- 6 - a cogitação permanente do desenvolvimento e da atualização de técnicas a serem adotadas pelo Sistema, em face da constante evolução tecnológica; e
- 7 - a elaboração, a organização, a consolidação, a atualização e a distribuição do manual do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

O órgão possui em seu sítio eletrônico um espaço para que sejam registradas ocorrências de apontamentos do raio laser, através de um formulário intitulado “Ficha de Notificação de Raio Laser”.

Juntamente a esta ficha é possível realizar pesquisas sobre cada ocorrência em detalhe, formando um banco de dados. E através dos dados obtidos podem ser analisados os reportes por região ou por fase de operação.

Figura 5 – Ocorrências por Fase de Operação.



Fonte:

<https://media.licdn.com/mpr/mpr/shrinknp_800_800/AAEAAQAAAAAAAAAAfEAAAADJDAxMzRhNTBiLTE4ZWEtNDMzNS1iZjlyLTlhYTc1NzJjNDE2Zg.png>

Fazendo um comparativo entre o número de ocorrências e a fase de operação em que se encontra a aeronave, percebe-se que entre os anos de 2012 a 2015 a aproximação final é a etapa com mais incidência de ocorrências, representando mais da metade da totalidade.

3.1.1 Ocorrências por Estados:

Ainda no site do CENIPA, existe um campo de pesquisa onde é possível verificar todos os reportes realizados desde 2012. Além da relação com a fase de operação, conforme mencionado anteriormente, uma investigação mais aprofundada por Estados pode trazer embasamento para as ações de prevenção.

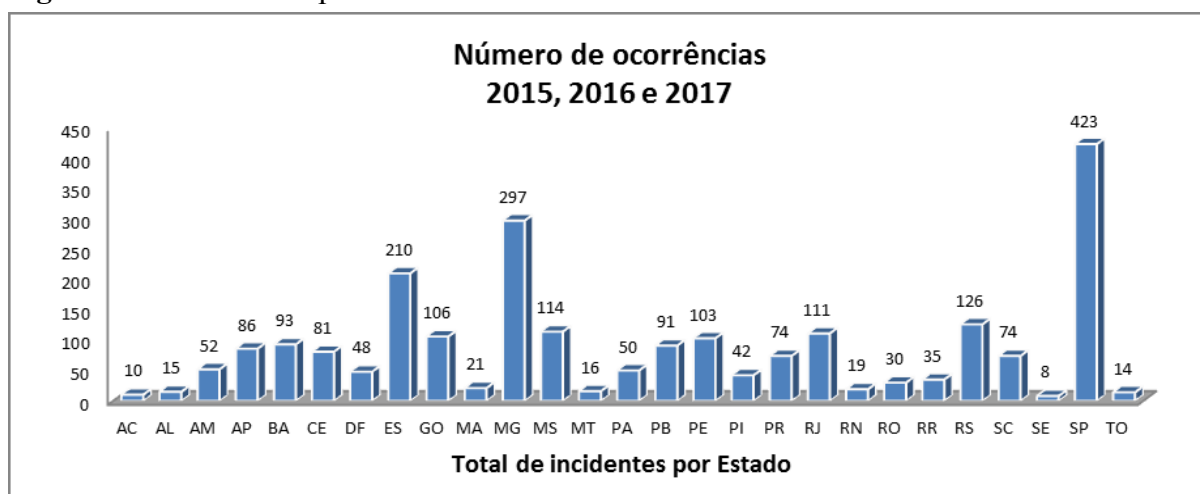
Por meio de uma filtragem na área de pesquisa do site, pode-se extrair números de incidências registradas por Estados nos três últimos anos (2017, 2016, 2015). A tabela a seguir foi feita a partir dos dados extraídos.

Tabela 1 - Ocorrências por Estados nos anos de 2015, 2016 e 2017.

Sigla	Estado	2015	2016	2017	Total/Estado
AC	Acre	2	5	3	10
AL	Alagoas	3	6	6	15
AM	Amazonas	12	20	20	52
AP	Amapá	35	30	21	86
BA	Bahia	36	21	36	93
CE	Ceará	30	28	23	81
DF	Distrito Federal	20	23	5	48
ES	Espírito Santo	101	72	37	210
GO	Goiás	57	30	19	106
MA	Manaus	11	5	5	21
MG	Minas Gerais	127	75	95	297
MS	Mato Grosso do Sul	43	31	40	114
MT	Mato Grosso	7	2	7	16
PA	Pará	17	9	24	50
PB	Paraíba	53	24	14	91
PE	Pernambuco	31	36	36	103
PI	Piauí	29	10	3	42
PR	Paraná	31	21	22	74
RJ	Rio de Janeiro	49	35	27	111
RN	Rio Grande do Norte	5	1	13	19
RO	Rondônia	12	7	11	30
RR	Roraima	9	17	9	35
RS	Rio Grande do Sul	38	47	41	126
SC	Santa Catarina	33	27	14	74
SE	Sergipe	3	3	2	8
SP	São Paulo	167	114	142	423
TO	Tocantins	0	6	8	14
Total/ano		961	705	683	2349

Fonte: autor

Após a compilação de dados por meio da tabela, montou-se um gráfico com intuito de trazer uma visualização precisa e uma análise mais apurada dos fatos.

Figura 6 – Ocorrências por Estado.

Fonte: autor

Do total de 2.349 ocorrências relatadas, destaca-se as 423 no Estado de São Paulo, segundo de 297 em Minas Gerais, 210 no Espírito Santo e com uma média de 100 incidentes os Estados da Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro e Rio grande do Sul.

No tocante à evolução dos anos, pode-se ver que o número de ocorrências registradas vem caindo, provavelmente pela questão das medidas já tomadas com relação ao fato. Mas, ainda existe uma possibilidade de que apenas os registros tenham deixado de serem efetuados pelos pilotos, controladores e afins.

De todo modo, vê-se a queda de mais de duzentos e cinquenta ocorrências entre os anos de 2015 e 2017. Essa diminuição ainda não deve trazer conforto às autoridades, tendo em vista a gravidade dos fatos e o risco que essas emissões de laser podem causar não só à tripulação como também à sociedade em geral, que cada vez mais utiliza deste meio de transporte, que é o avião. Uma simples e única ponteira de laser apontada a uma cabine pode ser fatal e gerar a queda de uma aeronave.

3.1.2 Registros de 2018

No corrente ano, já foram registradas 201 notificações até o dia 13 do mês de maio, na página do órgão de prevenção – CENIPA.

O Estado que continua em destaque é São Paulo, com um quarto das ocorrências totais. Vale ressaltar que também é o Estado com maior fluxo de aeronaves.

A seguir tabela 2, mostrando os quantitativos por Estado.

Tabela 2 - Ocorrências por Estados em 2018.

Sigla	Estado	Total/Estado
AC	Acre	4
AL	Alagoas	3
AM	Amazonas	6
AP	Amapá	7
BA	Bahia	5
CE	Ceará	8
DF	Distrito Federal	1
ES	Espírito Santo	13
GO	Goiás	13
MA	Manaus	1
MG	Minas Gerais	23
MS	Mato Grosso do Sul	11
MT	Mato Grosso	0
PA	Pará	9
PB	Paraíba	1
PE	Pernambuco	7
PI	Piauí	3
PR	Paraná	8
RJ	Rio de Janeiro	7
RN	Rio Grande do Norte	1
RO	Rondônia	3
RR	Roraima	0
RS	Rio Grande do Sul	11
SC	Santa Catarina	4
SE	Sergipe	2
SP	São Paulo	50
TO	Tocantins	0
Total/ano		201

Fonte: autor

Observa-se que as notificações de aeronaves atingidas pelas emissões de raios laser ocorrem em praticamente todo o País.

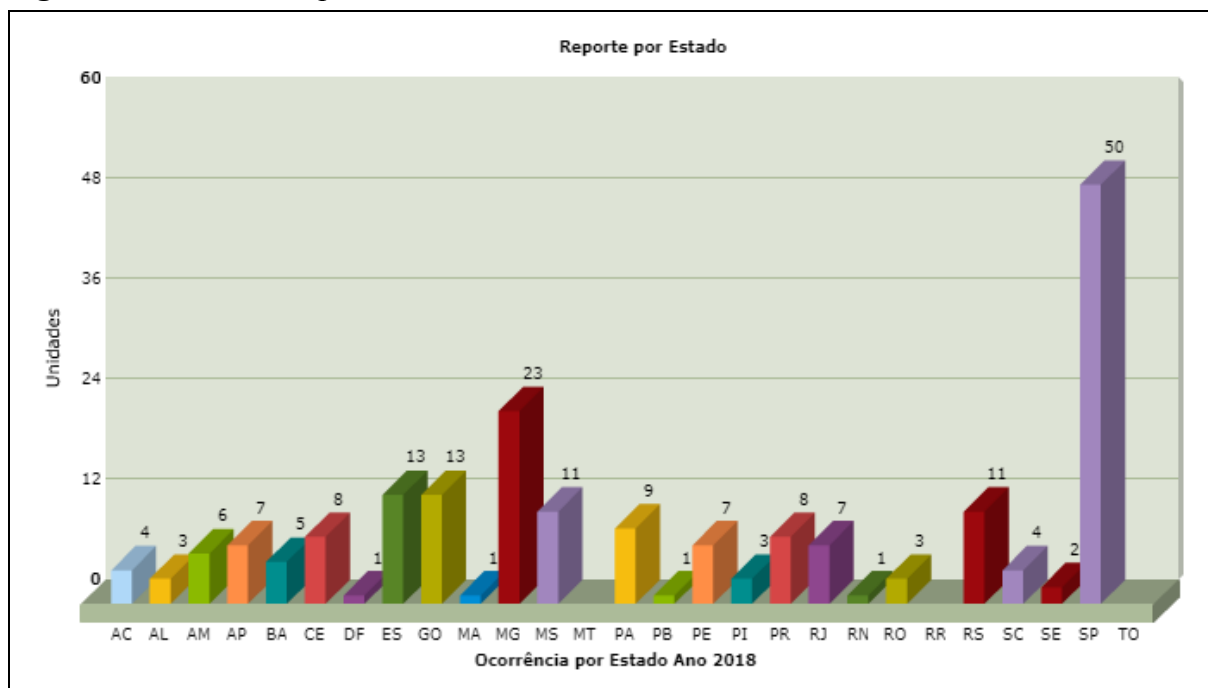
Primeiro, nota-se o Estado de São Paulo liderando o maior número de ocorrências e praticamente isolado.

Posteriormente existe uma quantidade mais homogênea entre os demais Estados. De um lado os Estados com maiores ocorrências como Minas Gerais (23), Espírito Santo e Goiás (13 cada), seguidos por Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul (11 cada). Do outro lado estão os demais Estados, com menos de 10 episódios cada um.

Ressalta-se a inexistência de registros em Mato Grosso, Roraima e Tocantins, seja pelo menor fluxo de aeronaves, por falta de registros ao CENIPA ou até mesmo por menor acesso da população a estes recursos.

Um novo gráfico elaborado evidencia novamente os dois Estados mais críticos: São Paulo e Minas Gerais.

Figura 7 – Ocorrências por Estado – 2018.

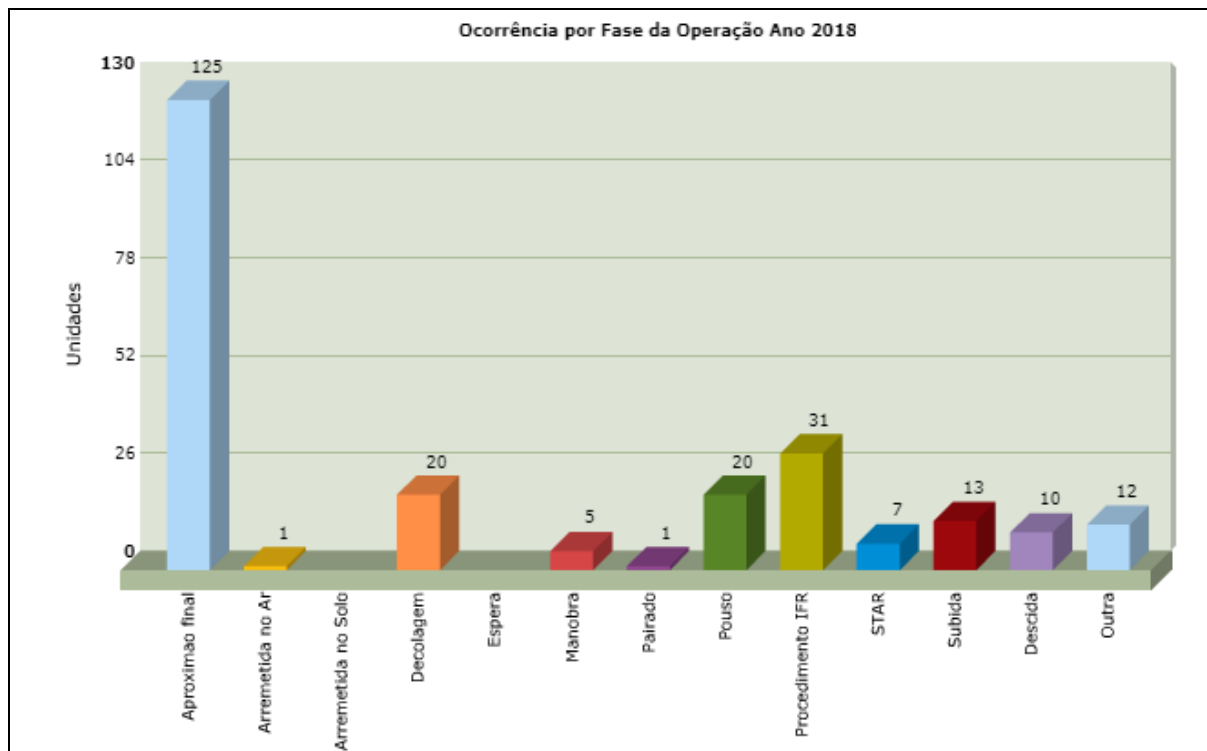


Fonte: autor

Fato que não tem mudado é a fase da operação em que se encontra a aeronave no momento do registro: a aproximação final. Dos 201 casos verificados, 125 atingem a aeronave neste momento crítico como pode ser observado no gráfico a seguir, extraído do site do CENIPA.

Um relatório produzido pela empresa Boeing Company sobre estatísticas de acidentes de avião a jato comercial a nível mundial, entre os anos de 1959 a 2016, demonstra que as fases de aproximação final e pouso são as de maior risco. Concentrando-se na fase que mais ocorrem às notificações de raio laser – a aproximação final – as estatísticas apontam que: 24% dos acidentes fatais e 26% de mortes a bordo sucedem nesta etapa. (BOEING, 2017).

Figura 8 – Ocorrências por Fase de Operação – 2018.



Fonte: CENIPA, maio de 2018.

Analisando as notificações protocoladas em 2018, temos importantes destaques:

- Das 50 ocorrências em São Paulo, 41 foram na fase de aproximação final;
- Das 23 denúncias em Minas Gerais, a grande maioria (17 delas) aconteceu nas fases de aproximação final e pousos.

O último registro feito na página de notificações do CENIPA, considerando o Estado de São Paulo, ocorreu na cidade de Guarulhos em 12 de maio de 2018. A denúncia foi feita pelo controlador de tráfego aéreo, que relatou a emissão de luzes de laser verde para uma aeronave da empresa Copa Airlines em sua fase de aproximação final. A exposição durou 5 segundos e foi relatada como sendo intencional, reportando o piloto sentir consequências em sua acuidade visual de distração e ofuscamento.

Essas notificações reforçam todos os estudos apontados neste trabalho, onde pode-se observar apontamento intencional, luz de laser verde e acometimento em fase crítica de aproximação final. Pilotos relatam sentir ofuscamento e distração durante a exposição.

Apesar de se constatar uma diminuição ao longo dos anos, segundo as análises realizadas através do banco de dados do Cenipa, o tema ainda é preocupante pois um único feixe apontado à cabine de uma aeronave pode causar grave risco à segurança do voo.

4 MÉTODOS PARA PREVENÇÃO OU MITIGAÇÃO DA INCIDÊNCIA DO RAIOS LASER SOBRE AS AERONAVES

Após analisar o risco trazido pelo uso de ponteiros de laser para aeronaves, faz-se necessária a utilização de mecanismos para coibir o uso, principalmente em áreas de aeródromos. Assim, este capítulo trata da Legislação e acordos vigentes que visam coibir a utilização deste instrumento em áreas de aviação e também orientação a população em geral.

4.1 LEGISLAÇÃO E ACORDOS VIGENTES QUE VISAM COIBIR A UTILIZAÇÃO DESTE INSTRUMENTO EM ÁREAS DE AVIAÇÃO

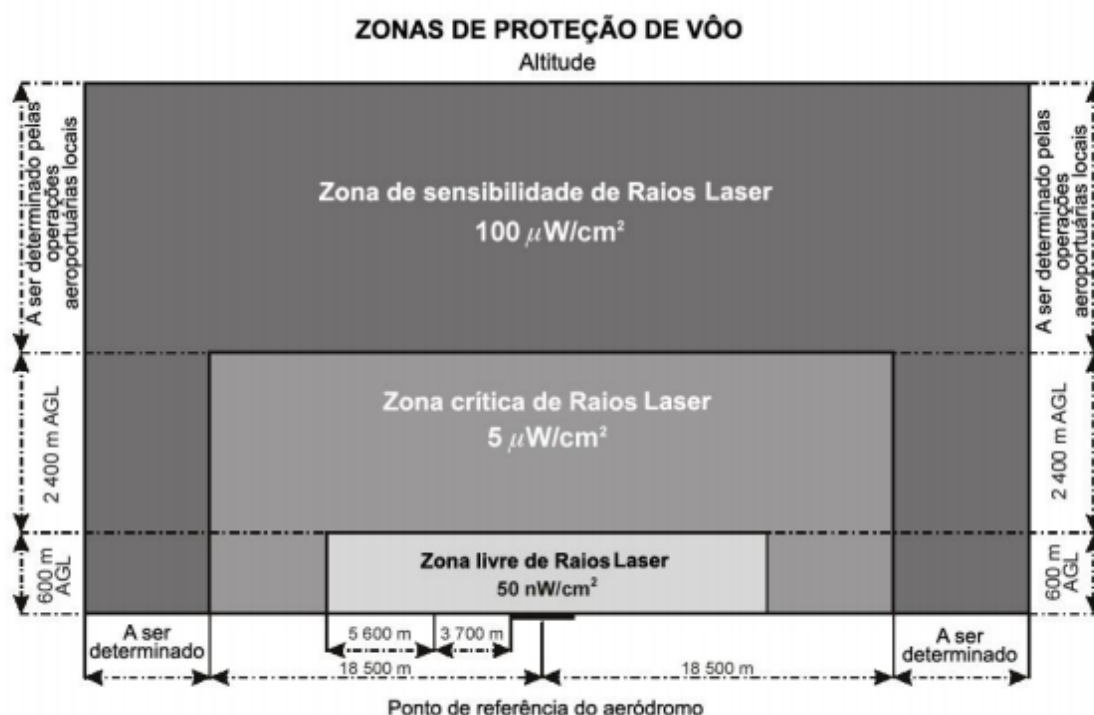
Em nível mundial, a OACI (Organização da Aviação Civil Internacional) elaborou o “Manual on Laser Emitters and Flight Safety”, o Documento 9815, para tratar com exclusividade o tema emissões de raio laser contra aeronaves e com intuito de prevenir acidentes em decorrência do uso impróprio das luzes de laser.

No território brasileiro a ANAC, utilizando-se do Documento 9815 da ICAO, incluiu no RBAC 154, Emenda 01, as regulamentações sobre espaços restritos para áreas de pouso e decolagem. No referido regulamento estão discriminadas três áreas de proteção, que devem ser estabelecidas no entorno dos aeródromos e visam “proteger a segurança de aeronaves contra os perigosos efeitos de projetores de raios laser”:

- Zona Livre de Raios Laser (LFFZ);
- Zona Crítica de Raios Laser (LCFZ);
- Zonas de Sensibilidade de Raios Laser (LSFZ).

As zonas de proteção de voo são melhor especificadas através de ilustração contida no manual.

Figura 9 – Zonas de proteção de voo com os níveis máximos de irradiação para raios laser visíveis.



Fonte: RBAC nº 154.305

A Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo aprovou em 2003 um projeto de lei que proíbe a venda de canetas com ponteira de laser acima de 5 mW (miliwatts), prevendo multa reajustável de R\$ 9.685,00 para estabelecimentos flagrados vendendo esses dispositivos mais potentes. O valor da multa pode dobrar nas situações em que houver reincidência de venda, o que pode levar ao fechamento do estabelecimento. Apenas os dispositivos usados para fins médicos e industriais podem ter amperagem maior após a sanção da proposta. (CENIPA, 2013).

Em termos de punição, o artigo 261 do Código Penal Brasileiro deixa registrado que é crime “Expor a perigo embarcação ou aeronave, própria ou alheia, ou praticar qualquer ato tendente a impedir ou dificultar navegação marítima, fluvial ou aérea”. Prevendo pena de dois a cinco anos de reclusão para esses atentados contra a segurança de transporte marítimo, fluvial ou aéreo.

Ainda em seu parágrafo primeiro, o artigo 261 do CP conta com um agravante de pena se da ação contida no artigo incorrer a queda da aeronave a pena passa a ser de quatro a doze anos.

4.2 ORIENTAÇÃO À POPULAÇÃO

Considerando que o uso de raio laser pode ser efetuado para diversos fins e por qualquer pessoa, as ações para minorar as incidências desses feixes de luz em face de aeronaves devem ser realizadas de diversas formas. A partir da análise de dados, pode-se destacar:

1. Orientação nas instalações dos aeroportos
2. Cursos em eventos da área como feira de aviação
3. Palestras nas escolas
4. Panfletagem em eventos ao ar livre
5. Orientação através de programa de TV nas proximidades de escolas
6. Colocação de cartazes alertando sobre os riscos e danos em localidades com índices elevados
7. Outdoor com fotos sobre os danos que o laser pode cometer às aeronaves

É necessário também destacar a importância do preenchimento dos formulários específicos ao avistar feixes de luz de laser nas redondezas de aeroporto auxiliará na alimentação desta relevante levantamento por parte dos envolvidos na atividade aérea.

Figura 10 – Campanha de conscientização CENIPA.



Fonte: <<http://www.aeroclubeonline.com.br/wp-content/uploads/2015/11/raio-laser2.jpg>>

A Ilustração acima mostra a imagem de uma das campanhas realizadas pelo CENIPA (2015). Sendo esta destinada à população em geral, que são os principais sujeitos ativos nestes incidentes.

Ao longo deste capítulo pode-se concluir que algumas ações já foram tomadas com o intuito de minimizar as ocorrências, como por exemplo as regulamentações da ANAC, os registros do Cenipa e até mesmo uma penalização através do Código Penal.

Ainda encontra-se dificuldade em identificar os autores, que muitas vezes são crianças utilizando-se do instrumento como forma de brincadeira. Vê-se neste ponto a importância de conscientizar toda a população sobre a gravidade dessas ocorrências, onde destacam-se ações de palestras nas escolas, orientações através de meios de comunicação, outdoors e panfletagem nas localidades com maior ocorrência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo compreender quais são os riscos para a aviação quanto à emissão de raio laser apontado a uma aeronave e de que modo pode-se orientar e conscientizar à população em geral sobre a prática ilegal destas ações. Para este fim, utilizou-se a pesquisa descritiva, realizada através de abordagem tanto qualitativa quanto quantitativa. Foram empregados procedimentos bibliográficos (livros, artigos, leis) e documentais (registros, comunicados, relatórios e regulamentos de órgãos da aviação civil).

O embasamento teórico, advindo dos procedimentos bibliográficos e documentais, foi gerado principalmente por meio de recomendações do principal órgão de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos - CENIPA, regulamentações da Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, o próprio Código Penal Brasileiro e diversas reportagens e relatos de tripulantes.

Analisando o risco do raio laser para aviação civil de modo geral, constatou-se a gravidade de tal ato, que pode trazer sintomas aos pilotos, que variam de ofuscamento e distração, podendo chegar a hemorragia ocular. Fato é que uma distração mínima já pode ocasionar um grave acidente.

Através do levantamento de dados sobre relatos de incidentes por raio laser reportados, apurou-se que as fases mais críticas – aproximação final e pouso – são também as mais afetadas pelos feixes de luz. Já quanto à região, o Estado de São Paulo lidera o número de incidências, seguido por Minas Gerais, Espírito Santo, Goiás e Rio Grande do Sul, mas o fato se espalha para praticamente todos os estados, em menor escala.

Posteriormente foram estudadas leis e acordos já existentes ou em fase de aprovação que coíbem a utilização das ponteiros de laser em áreas de aeródromos ou a própria venda da mercadoria. A criminalização da conduta tem efeito fundamental para proibir tal uso, porém apesar disto, nota-se a dificuldade em identificar os responsáveis, o que torna a lei pouco aplicável ao caso concreto.

Foram abordados métodos de prevenção e mitigação junto à população, entendendo mostrarem-se mais eficazes para combater tais ocorrências, visto o problema na identificação dos autores é real.

Finalmente pode-se constatar a gravidade do problema e sugerir medidas relativamente simples para minorar os casos, que sejam: incentivar a tripulação e operadores de voo quanto ao registro das ocorrências de forma detalhada no site do CENIPA, para que

este órgão de prevenção adote as medidas cabíveis; conscientizar a população em geral para os perigos dessa prática, que pode levar á graves acidentes.

A principal limitação da pesquisa refere-se à falta de material oficial disponível. Apesar de ser um problema frequente para a aviação civil, ainda são escassas as publicações acerca do tema, principalmente na parte de bibliografia. Ainda, as informações mais pertinentes encontram-se muito esparsas em meio digital e principalmente meio físico.

De todo modo aconselha-se a realização de novas pesquisas sobre o assunto, o monitoramento das incidências e o avanço da legislação como forma de ampliar os conhecimentos, informar sobre os dados atualizados e buscar novas ações para atenuar os riscos decorrentes da emissão das luzes de laser em direção às aeronaves. Partindo sempre do princípio: direcionar raio laser para cabines de aeronaves é crime e um perigo para aviação civil.

REFERÊNCIAS

AEROCLUBE ONLINE. Disponível em: <<https://hypescience.com/wp-content/uploads/2014/03/630390617802338593.jpg>>. Acesso em: 05 mar.2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

BASILIO, Gustavo Borges et al. **O Laser e os Riscos de sua Utilização Indevida para a Segurança de Voo**. Disponível em: <http://ssv.ipev.cta.br/ssv-apresentacoes/2011/Artigos/SSV_2011_S8_A3_O_Laser_e_os_Riscos_de_sua_Utilizac%C3%A3o_Indevida_para_a_Seguran%C3%A7a_de_Voo.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2017.

BOEING. **Statistical Summary of Commercial Jet Airplanes Accidents: Worldwide Operations 1959-2016**. Washington, jul 2017. Disponível em: <https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about_bca/pdf/statsum.pdf> Acesso em 12 mai. 2018.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento brasileiro da Aviação Civil: RBAC nº 154**. Emenda nº 01. Junho. 2012.

_____. CENIPA. **Raio Laser**. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/prevencao/raio-laser>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

_____. **Decreto-lei nº 2.848, de 7 de Dezembro de 1940**: Código Penal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del2848compilado.htm>. Acesso em: 17 mar. 2018.

_____. **Decreto-lei nº 69.565, de 19 de Novembro de 1971**. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-69565-19-novembro-1971-417852-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

_____. FORÇA AÉREA BRASILEIRA. **Apontar raio laser para cabines de aeronaves é crime e pode causar acidentes**. 2015. Disponível em: <<http://www.fab.mil.br/noticias/mostra/22377/SEGURAN%C3%A7A-DE-VOO---Apontar-raio-laser-para-cabines-de-aeronaves-%C3%A9-crime-e-pode-causar-acidentes>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA: **Força Aérea Brasileira**. Disponível em: <<http://www.fab.mil.br/sis/enoticias/imagens/pub/25375/i1562415503858783.jpg>>. Acesso em: 05 mar.2018.

DAMODARAN, A., 2003. **Investment Philosophies**: Successful Investment Philosophies and the Greatest Investors Who Made Them Work. New York: Wiley and Sons, 2003.

DICIO. **Dicio, Dicionário Online de Português.** Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/raio-laser/>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Disponível em: <https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/media/faa-h-8083-2.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

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

MARCONI, M. de A; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MUNDO EDUCAÇÃO. **O Raio Laser.** Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/o-raio-laser.htm>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL – OACI. **Relatos de ocorrência com laser.** Canadá, Montreal: OACI, 2010.

SILVA, Orlando Flavio. 2016. **Direito Aeronáutico:** livro didático / Orlando Flavio Silva ; design institucional Marina Cabeda Edgar Moellwald, Joao Marcos de Souza Alve. -2. ed. – Palhoca: UnisulVirtual, 2016.

TRIPULANTES. **Raio laser, um perigo para aviação - Veja seus efeitos para os pilotos.** disponível em: < https://tripulantes.com.br/img/uploads/2016/05/04/1_8874601e-69bd-4791-9c2f-bdc1f34ab254.jpg>. Acesso em : 17 mar. 2018.

_____. Disponível em: <<https://tripulantes.com.br/img/uploads/2016/05/03/08d6365B-198A-4D8C-983C-828E0AC5CA03.JPG>>. Acesso: 17 mar.2018.

_____. Disponível em: <https://media.licdn.com/mpr/mpr/shrinknp_800/AEEAAQAAAAAAAAAfEAAAJDAXMzRhNTBiLTE4ZWEtNDMzNS1iZjIyLTlhYTc1NzJjNDE2Zg.png>. Acesso em: 17 mar.2018.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

WEBER, Elson Luciano. **Gestão de riscos operacionais:** um estudo bibliográfico sobre ferramentas de auxílio. Convibra.2013. Disponível em: <http://www.convibra.com.br/upload/paper/2013/81/2013_81_8261.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2018.