



**Universidade Norte do Paraná**

---

CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, COMUNICAÇÕES E ARTES  
CIÊNCIAS AERONÁUTICAS

DESIRE FRANCINE GOBATO

## **SEGURANÇA DE VOO NA AVIAÇÃO ACROBÁTICA**

DESIRE FRANCINE GOBATO

## **SEGURANÇA DE VOO NA AVIAÇÃO ACROBÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas.

Orientador: Prof. Ms. Jonas Liach Filho

Londrina  
2010

DESIRE FRANCINE GOBATO

## SEGURANÇA DE VOO NA AVIAÇÃO ACROBÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, apresentado à UNOPAR - Universidade Norte do Paraná, no Centro de Ciências Humanas, Comunicações e Artes, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas, com nota final igual a \_\_\_\_\_, conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

---

Prof. Jonas Liash  
Universidade Norte do Paraná

---

Prof. Carlos Eduardo  
Universidade Norte do Paraná

---

Prof. Ayrton Nobile  
Universidade Norte do Paraná

Londrina, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

Dedico este trabalho à Deus, que me ajudou durante o curso, e aos meus familiares que sempre me apoiaram, com muito carinho e amor.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus que me iluminou nestes três anos de universidade.

À minha família que tanto me apoiou durante todos os anos de curso.

Ao meu Professor Jonas Liash, meu orientador e amigo que acompanhou toda minha carreira escolar.

Aos professores que contribuíram com minha formação acadêmica.

Aos meus amigos que sempre me ajudaram.

Happiness only real when shared (Christopher  
Johnson McCandless)

GOBATO, Desire Francine. **Segurança de voo na Aviação Acrobática**. 2010. 95. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação de Ciências Aeronáuticas – Centro de Ciências Humanas, Comunicações e Artes, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2010.

## RESUMO

A segurança de voo é uma das principais preocupações relacionadas à aviação atual e através da prevenção consegue-se evitar inúmeros incidentes e acidentes. O trabalho tem como objetivo demonstrar através de normas, padrões e documentos, que existe um modo seguro de realizar manobras acrobáticas. O foco deste trabalho terá como referência a segurança operacional nas manobras acrobáticas envolvendo as aeronaves acrobáticas atuais dentro do espaço aéreo brasileiro. Desse modo foi elaborada uma consulta bibliográfica através de bibliotecas virtuais, onde se encontrou livros que se correlacionam com a segurança de voo e o voo acrobático, além das normas e padrões da ANAC. Assim constatou-se que existem diversas maneiras de realizar um voo com acrobacias de um modo seguro, e para isso foram desenvolvidas diversas normas que devem ser seguidas nas demonstrações aéreas, shows ou em qualquer evento que execute manobras ou acrobacias de forma arriscada, onde a aeronave é exposta aos seus próprios limites.

**Palavras-chave:** ACIDENTES ACROBÁTICOS, ACROBACIAS AÉREAS, SAÚDE DO PILOTO ACROBÁTICO, SEGURANÇA DE VOO.

GOBATO, Desire Francine. **Flight safety in the Acrobatic Aviation**. 2010. 95. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação de Ciências Aeronáuticas – Centro de Ciências Humanas, Comunicações e Artes, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2010.

## **ABSTRACT**

The flight safety is one of the main concerns related to the current aviation and through the prevention it is gotten to avoid countless incidents and accidents. The work has as objective demonstrates through norms, patterns and documents, that a safe way exists of accomplishing acrobatic maneuvers. The focus from work will have as reference the operational safety in the acrobatic maneuvers involving the current acrobatic aircrafts inside of the Brazilian air space. It gave way a bibliographical consultation it was elaborated through virtual libraries, where were books that they are correlated with the flight safety and the acrobatic flight, besides the norms and patterns of ANAC. It was verified like this that several ways exist of accomplishing a flight with acrobatics in a safe way, and for that they were developed several norms that owe her they be followed in the aerial demonstrations, shows or in any event that executes maneuvers or acrobatics in a risky way, where the aircraft is exposed to your own limits.

**Key-words:** ACROBATIC ACCIDENTS. AERIAL ACROBATICS. HEALTH OF THE ACROBATIC PILOT. SAFETY OF FLIGHT.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aeronave do início da Primeira Guerra Mundial .....	19
Figura 2 - Aeronave Taube 18.....	19
Figura 3 - Aeronave Royal Factory E.8.....	20
Figura 4 - Aeronave Avro 504.....	21
Figura 5 - Aviatik B1.....	21
Figura 6 - Aeronave Spad A1.....	22
Figura 7 - Voisin III.....	22
Figura 8 - Aviatik B-II.....	23
Figura 9 - Fokker E-III Eindecker.....	24
Figura 10 - Manobra de Immelmann.....	25
Figura 11 - Airco DH2.....	26
Figura 12 - Nieuport 11.....	26
Figura 13 - Albatros D-I.....	27
Figura 14 - Nieuport 17.....	27
Figura 15 - Spowith Pup.....	28
Figura 16 - Spad VII.....	28
Figura 17 - Emblema da ACRO.....	30
Figura 18 - Box acrobático.....	43
Figura 19 - Aileron rolls (rolo de aileron).....	44
Figura 20 - Manobra Hammerhead.....	45
Figura 21 - Looping.....	46
Figura 22 - Aeronave efetuando a manobra parafuso.....	47
Figura 23 - Aeronave efetuando Spin para esquerda.....	48
Figura 24 - Aeronaves voando invertidas e niveladas.....	50
Figura 25 - Oito ao redor de marcos ou sobre estrada.....	51
Figura 26 - Oito sobre marcos (pivotamento).....	52
Figura 27 – Chandelle.....	54
Figura 28 - Oito preguiçoso.....	55
Figura 29 - Meio oito cubano.....	56
Figura 30 - Meio oito cubano reverso.....	57
Figura 31 - Manobra de Immelmann, apresentada/demonstrada com um caça...58	
Figura 32 - Snap roll (estalo de rolo).....	59

Figura 33 - Tailslides.....	59
Figura 34 - Outside loops (loops fora de lado).....	60
Figura 35 - Knife-edge flight (voo na faca).....	60
Figura 36 - Square loop. Uma das variações da manobra challenging .....	61
Figura 37 - Rolling circle .....	61
Figura 38 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Spit .....	62
Figura 39 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Looping em leque.....	63
Figura 40 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Looping com desfolhado.....	63
Figura 41 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Looping coincidente com cruzamento lento.....	64
Figura 42 - Manobra com várias aeronaves denominada Espelhão lento.....	64
Figura 43 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada DNA com duas voltas.....	65
Figura 44 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Cruzamento duplo.....	65
Figura 45 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Coração.....	66
Figura 46 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Break.....	66
Figura 47 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Bomba.....	67
Figura 48 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Bolota.....	67
Figura 49 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Barril com seis aeronaves.....	68

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Oswald Boelcke e Max Immelmann.....	25
--	----

## LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Aeronaves em voo invertido.....	49
Foto 2 - Zivko Edge 540.....	68
Foto 3 - Zivko Edge 540.....	69
Foto 4 - MXS-R.....	70
Foto 5 - Extra 300.....	72
Foto 6 - Sukhoi Su-31.....	73
Foto 7 - CAP 232.....	74
Foto 8 - EMB-312 (T-27 Tucano).....	76

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACRO	Associação Brasileira de Acrobacia Aérea
AGL	Above Ground Level; ou seja, é a altitude absoluta ou altura (em relação ao solo).
CBaer	Código Brasileiro de Aeronáutica
CCF	Certificado da Capacidade Física
CIAA	Comissão de Investigação de Acidentes Aeronáuticos
DAC	Departamento de Aviação Civil
DAC	Departamento de Aviação Civil
DEMAER	Demonstração Aérea
EXAM	Examinador
FORÇA G.	Força gravitacional
IAC	Instrução de Aviação Civil
INST	Instrutor
NASA	National Aeronautics and Space Administration
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
SERAC	Serviço Regional de Aviação Civil
SERAC	Serviços Regionais de Aviação Civil
STE	Subdepartamento Técnico do DAC

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 HIPÓTESES DE TRABALHO .....	15
1.3 OBJETIVOS.....	16
1.3.1 Objetivo geral.....	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 DELIMITAÇÃO.....	17
<b>2 MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1 PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL - O DESENVOLVIMENTO DA AVIAÇÃO MILITAR E O INÍCIO DAS ACROBACIAS AÉREAS.....	18
2.1.1 Início da Aviação Acrobática no Brasil.....	29
2.2 ORIGEM DA SEGURANÇA DE VOO.....	30
2.3 NORMAS QUE VISAM A SEGURANÇA DO VOO ACROBÁTICO.....	31
2.3.1 CBAer Artigo 17.....	31
2.3.2 IAC 091-1001.....	31
2.3.3 IAC 060-1001.....	38
2.4 MANOBRAS ACROBÁTICAS.....	42
2.4.1 Manobras Acrobáticas Básicas.....	45
2.4.1.1 Hammerhead.....	45
2.4.1.2 Looping.....	46
2.4.1.3 Spins (giros/parafusos).....	47
2.4.1.4 Tuno lento.....	49
2.4.1.5 Voo invertido.....	49
2.4.1.6 Oito ao redor de marcos ou sobre estrada.....	50
2.4.1.7 Oito sobre marcos (pivotamento).....	52
2.4.1.8 Chandelle.....	53
2.4.1.9 Oito preguiçoso.....	54
2.4.1.10 Oito cubano.....	56
2.4.1.11 Oito cubano reverso.....	57
2.4.1.12 Immelmann.....	57
2.4.2 Manobras Acrobáticas Avançadas.....	58

2.5 AERONAVES ACROBÁTICAS USADAS NA ATUALIDADE.....	68
2.5.1 Zivko Edge 540.....	68
2.5.2 MXS-R.....	70
2.5.3 EXTRA EA-300.....	71
2.5.4 Sukhoi Su-31.....	73
2.5.5 CAP 230,231e 232.....	74
2.5.6 EMB-312 (T-27 Tucano).....	75
2.6 SAÚDE DO PILOTO NO VOO ACROBÁTICO.....	77
2.7 ESTUDO DE CASOS DE ACIDENTES ENVOLVENDO AERONAVES E MANOBRAS ACROBÁTICAS REALIZADAS EM AERONAVES NA DÉCADA DE 90.....	78
2.7.1 Estudo de Caso Aeronave P.56C Modificada.....	78
2.7.2 Estudo de Caso Aeronave AB-115 (Aeroboero).....	80
2.7.3 Estudo de Caso Aeronave T-6D.....	80
2.7.4 Estudo de Caso Aeronave CESSNA-310 Q e da Aeronave CESSNA-182 P.....	81
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>83</b>
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	84
3.1.1 Coleta de dados.....	84
3.1.2 Apresentação dos resultados.....	84
3.1.3 Discussão dos resultados.....	84
3.1.4 O estilo da redação.....	84
<b>4 DISCUSSÃO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>85</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>88</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>92</b>
APÊNDICE A. MODELO DE ENTREVISTA.....	93

## 1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios o homem traz consigo um desejo, um sonho, uma vontade de se sentir livre como um pássaro e voar, mas como não temos asas, conseguimos então superar nossos obstáculos através da nossa capacidade de raciocinar e criar quase tudo com nossos esforços. E foi então com muito esforço e diversas contribuições que em 1906, Santos Dumont conseguiu realizar o primeiro voo do homem, com seus próprios meios, em um objeto mais pesado que o ar.

Após esse acontecimento histórico e de grande honra ao nosso país, o homem não parou mais de inovar e querer superar cada vez mais a velocidade e efetuar manobras cada vez mais arriscadas nos três eixos com seu novo veículo.

A acrobacia pode ser definida pela maioria dos aspirantes e pilotos como: técnica, arte e emoção. E foi assim que surgiram as competições aéreas, buscando não só impressionar o público com manobras arriscadas e figuras de tirar o fôlego nos céus, mas também a perfeição nas manobras, a fim de fazer seqüências cada vez mais complicadas, na medida em que os participantes ultrapassem diversas categorias.

Por volta de 1938 ocorreu o primeiro o 1º Campeonato de Acrobacia Aérea no Brasil promovido pelo Aeroclub de Brasil, e atraiu um grande número de pessoas ao evento. A aviação era vista como uma atividade de grande elegância em vista que o presidente da época, Getúlio Vargas, apoiava a campanha “Dêem Asas ao Brasil” criada por Assis Chateaubriand.

A instrução para acrobacias aéreas no nosso país começaram em 1992 com os irmãos italianos Robba, que iniciaram instruções na primeira Escola de Aviação do Campo de Marte em São Paulo, através da aeronave Bleriot.

No nosso país a Esquadrilha da Fumaça é o ponto mais alto quando se trata em acrobacias e demonstrações aéreas, ela consegue realizar o sonho de milhares de pessoas que querem voar, e demonstrar a nossa aviação com diversas manobras e muita emoção.

Quando se fala em acrobacias aéreas em nosso país não podemos deixar de citar também grande influência militar, que visa em movimentos de ataque e evasão ao ensinar o piloto como usar sua máquina com segurança e confiança. Através desses princípios que começaram os primeiros sinais de preocupação com

a segurança de voo nos voos de acrobacias.

Depois de inúmeras fatalidades, com diversos tipos de aeronaves, começou a existir uma preocupação ainda maior com a segurança operacional, uma necessidade em tornar o avião um meio de transporte além de rápido também seguro, não só tendo em relevância a aviação comercial, mas pensando na segurança durante diversas manobras durante o voo, um meio de fazer com que essas manobras ocorressem com um nível de segurança, isso veio a ocorrer com a implantação de regulamentos, normas e estabelecendo padrões á aviação.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A segurança de voo é uma das principais preocupações relacionadas à aviação atual, através dela consegue-se evitar inúmeros incidentes e acidentes.

A maioria das empresas aeronáuticas possui programas relacionados à segurança de voo, com objetivo de tornar a aviação um meio de transporte mais seguro.

Quando se trata de outro ramo da aviação, a aviação acrobática, a preocupação com a segurança em voo aumenta, pois é relativamente impossível voar fazendo manobras acrobáticas, sem pensar em um alto nível de segurança, tanto para o piloto quanto para o pessoal em terra. Para avaliar o nível de segurança, devemos responder algumas questões fundamentais como:

**Quando começaram as acrobacias aéreas?**

**Qual é a forma segura de voar realizando manobras acrobáticas?**

## 1.2 HIPÓTESES DE TRABALHO

As acrobacias aéreas começaram por volta de 1914 junto com a Primeira Guerra Mundial. As aeronaves utilizadas na época eram totalmente obsoletas e representavam grande risco ao seu tripulante e as pessoas no solo,

além de não facilitarem algum tipo de combate aéreo.

Durante a Guerra ocorreu uma grande necessidade de melhoria nos aviões, pois estes impossibilitavam combates aéreos, então os projetistas tentavam melhorar a aerodinâmica das aeronaves para que estas viessem a suportar esforços, como manobras bruscas em voo, que foram designadas como acrobacias aéreas.

Somente em 1944 que começou a se debater sobre a segurança de voo e com isso foram estipuladas normas, padrões e documentos para garantir a segurança de manobras aéreas.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Levantar normas e procedimentos relacionados à segurança de voo na aviação acrobática, através de artigos e documentos que demonstrem os métodos a serem seguidos para melhorar a segurança em voo e que evitem ou que diminuam a ocorrência de incidentes e acidentes durante manobras acrobáticas de grande risco, como as demonstradas muitas vezes em shows e eventos aeronáuticos.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- I) Verificar a origem da aviação acrobática.
- II) Demonstrar normas e procedimentos de segurança de voo em shows e eventos aeronáuticos.
- III) Identificar métodos que melhoram a segurança em voo.
- IV) Reconhecer toda função da segurança de voo na aviação acrobática.

#### 1.4 DELIMITAÇÃO

A pesquisa será delimitada em livros, manuais, artigos, normas da IAC, regulamentos de tráfego aéreo relacionados ao tema Segurança de Voo na Aviação Acrobática e também baseada em informações disponíveis na internet e em revistas relacionadas à área da aeronáutica.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL - O DESENVOLVIMENTO DA AVIAÇÃO MILITAR E O INÍCIO DAS ACROBACIAS AÉREAS

Em 1906 Santos Dumont inventara o avião e este fora logo usado na Guerra Ítalo Turca de 1911 e posteriormente na 1ª Guerra Mundial, e foi na 1ª Primeira Guerra Mundial que ocorreu uma maior necessidade no aperfeiçoamento das aeronaves.

As aeronaves da época de 1910 eram obsoletas e utilizadas somente com o propósito de orientar os tiros da artilharia, missões de reconhecimento de territórios, tomada de fotografias, observação de alvos, e também em controlar o espaço aéreo.

“... anos mais tarde, em 1913, alguém fez o primeiro looping. Seguiram-se os tunôs e as firulas foram crescendo em complexidade, beleza e ritmo. Em consequência vieram as competições. Era a busca pela perfeição.” (CORRÊA, 1993. p. 73)

A Primeira Guerra Mundial ocorreu entre 1914 e 1918 e foi uma das grandes tragédias do século XX, durante essa guerra com a busca por controle do espaço aéreo houve uma necessidade de fazer manobras diferenciadas e também começou a utilizar-se armas portáteis com o fim de abater o inimigo ainda no ar.

Naquela época cada construtor fazia aeronaves e projetos que lhe pareciam melhores e mais adequados ao seu propósito, mas nem sempre esses projetos possuíam informações mais complexas e com detalhes aerodinâmicos.

Alguns modelos do início da primeira guerra podem parecer bizarros ou simplesmente diferentes, se comparados ao nível tecnológico das aeronaves atuais. A Figura 1, por exemplo, mostra o Biplano Farman MF-7 que possuía hélice na parte traseira da fuselagem e apresentava também uma estrutura aberta, uma aeronave com baixo desempenho e detalhes aerodinâmicos totalmente ultrapassados comparados com as aeronaves do fim da Primeira Guerra.



Imagem:: The Pocket Encyclopaedia Of World Aircraft in Colour

Figura 1 - Aeronave do início da Primeira Guerra Mundial.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

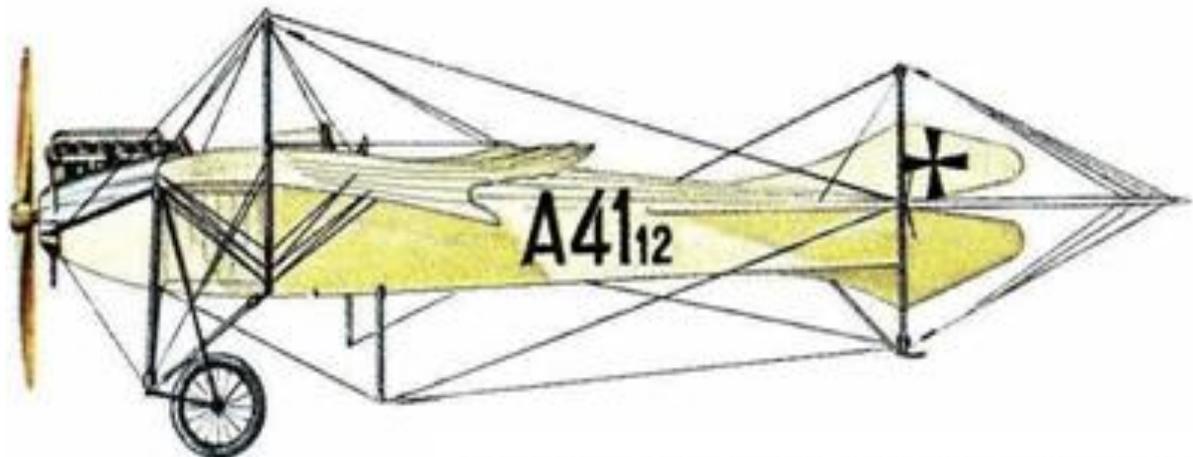


Imagem:: The Pocket Encyclopaedia Of World Aircraft in Colour

Figura 2 - Aeronave Taube.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

Na Figura 2 podemos nos deparar com um avião mais complexo, mas mesmo assim ineficiente, sua asa foi baseada no formato da semente de uma árvore chamada zanonia. A estrutura dessa aeronave do início da guerra era tão delicada que se transparecia diante de um céu azul, por essa razão esta aeronave ficara conhecida na época como o avião invisível.

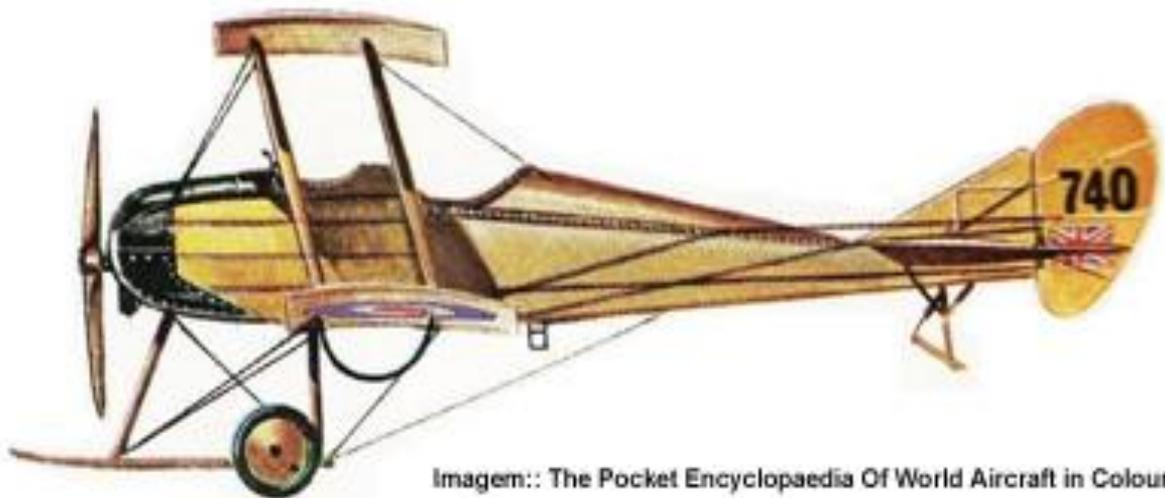


Figura 3 - Aeronave Royal Factory B.E.8.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

O avião mostrado na Figura 3, o Royal Factory B.E.8, era um avião biplano clássico de motor rotativo, que possuía características típicas de aeronaves do período anterior ao da guerra.

Uma característica inusitada e comum nesses modelos era a ausência de ailerons, o controle de rolamento longitudinal das aeronaves era obtido com a torção das próprias asas da aeronave. O sistema era eficiente, mas possuía inúmeras falhas, principalmente quando a aeronaves sofria uma guinada adversa.

A maioria dessas aeronaves foi considerada obsoleta durante a guerra, já a aeronave Avro 504, apresentado na Figura 4, teve uma carreira diferente e surpreendentemente foi utilizada até em meados do início da Segunda guerra Mundial, esta era um biplano de dois lugares e seu propósito principal era o treinamento dos pilotos através de manobras que foram inventadas durante a 1ª Guerra mundial, como a manobra de Immelmann.



Imagem:: The Pocket Encyclopaedia Of World Aircraft in Colour

Figura 4 - Aeronave Avro 504.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

No início da guerra não se pensava ainda no combate aéreo, os aviões eram usados basicamente no envio de mensagens e para o reconhecimento de territórios. Entretanto já durante a primeira batalha, em setembro de 1914 quando aeronaves de reconhecimento britânicas conseguiram detectar uma brecha entre os exércitos alemães, os tripulantes de ambos os lados da guerra começaram a se hostilizar.



Imagem: aspeterpan.com

Figura 5 - Aviatik B1 (aeronave típica de reconhecimento alemão do início da guerra).

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

Com a falta de meios para levar armas nos aviões às tripulações começaram a levar granadas, dinamites e até mesmo tijolos para atirar contra aviões inimigos. Pouco tempo depois a tripulação começou a levar consigo fuzis e pistolas, mas com a dificuldade de utilizá-las durante o voo, projetistas e engenheiros

começaram a desenvolver métodos para levar acoplar metralhadoras em suas aeronaves.

Os primeiros aviões armados carregavam as metralhadoras à frente do piloto e eram controladas pelo mesmo ou pelo segundo tripulante, mas essas armas às vezes prejudicavam a própria aeronave durante o confronto. A aeronave Spad A1 era um convencional biplano que recebeu um “pod” articulado e instalado à frente da hélice onde um artilheiro deveria manipular uma metralhadora.

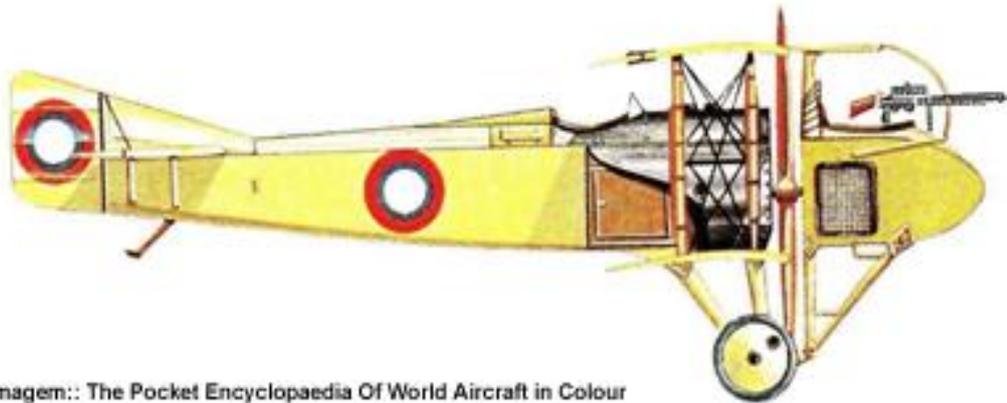


Figura 6 - Aeronave Spad A1.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.



Figura 7 - Voisin III.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

O avião Voisin III era de origem francesa possuía uma hélice tratora e era usada como aeronave de caça, às vezes utilizada como bombardeiro leve e

também como aeronave de ataque, pois carregava uma metralhadora no nariz.



Imagem: aviastar.org

Figura 8 - Aviatik B-II.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

O Aviatik B-II era uma aeronave de reconhecimento alemão e possuía uma metralhadora apontada para trás, que era operada por um artilheiro ou observador, esse tipo de configuração da metralhadora tornou-se padrão durante o decorrer da guerra.

O primeiro combate aéreo foi registrado em outubro de 1914 quando um Voisin III francês abateu um Aviatik B-II á noroeste da França. Pouco antes em agosto deste mesmo ano fora registrado também o primeiro combate aéreo com vítimas, neste o tão conhecido piloto russo Pyotr Nesterov (conhecido por efetuar em 1913 o primeiro *looping*, e fora até preso na ocasião por colocar em risco patrimônio público – sua aeronave) arremessou seu Morane Saulnier tipo N contra um Aviatik B1 alemão de dois lugares.

Com tentativas frustradas quanto ao armamento em suas aeronaves foi estabelecido que a melhor maneira de atingir outras aeronaves em voo era com armas fixas á estrutura da aeronave e que estas para evitar que as balas destruíssem sua própria hélice haviam sido fixadas calhas de metal com 45 graus de inclinação na raiz de cada pá, que defletiam qualquer bala que as atingisse. A primeira aeronave desse tipo fora Fokker E-III Eindecker, era então o primeiro avião de caça capaz de disparar para frente. O que forneceu aos alemães uma vantagem

no campo de batalha até 1915.

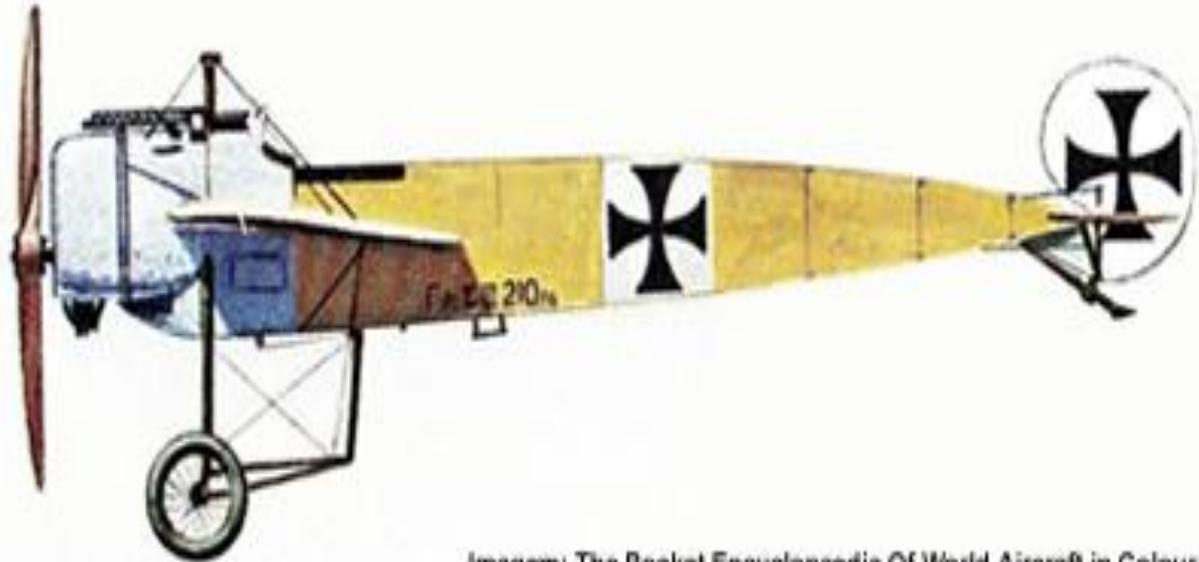


Imagem: The Pocket Encyclopaedia Of World Aircraft in Colour

Figura 9 - Fokker E-III Eindecker.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

No começo os pilotos não gostavam muito dessas aeronaves, pois suas características para voo eram extremamente difíceis. Então os pilotos Oswald Boelcke e Max Immelmann aprenderam a se beneficiar com a dificuldade de outros pilotos e conquistaram várias vitórias sobre as aeronaves aliadas através de manobras de combate, cuja uma ficou comumente conhecida como manobra de Immelmann.

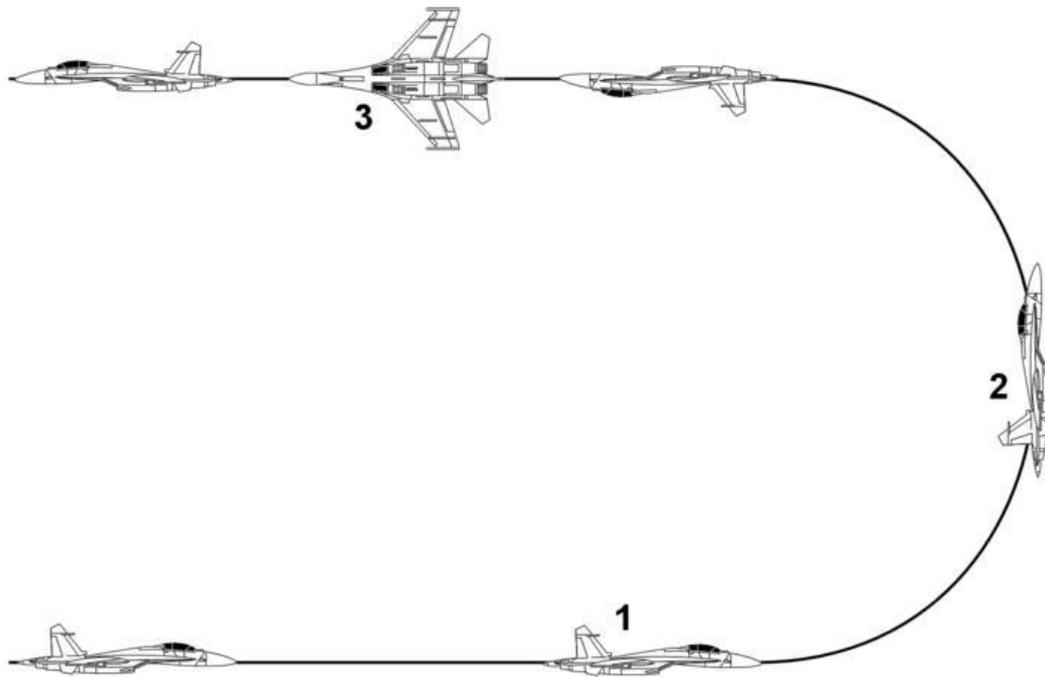


Figura 10 - Manobra de Immelmann, apresentada/demonstrada com um caça.  
 Fonte: Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

Oswald Boelcke e Max Immelmann ficaram conhecidos como os primeiros ases da aviação. Os ases eram os pilotos que mais se destacavam durante missões, nas técnicas de combate e apresentavam maior coragem durante os duelos.



Imagem 1 - Oswald Boelcke e Max Immelmann.  
 Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

Com evolução da guerra no lado alemão, os inglês e franceses se viram obrigados a inventar outras soluções para o combate com metralhadoras, já que suas aeronaves não possuíam sistemas sincronização da metralhadora com a hélice. Os ingleses e os franceses respectivamente criaram então as aeronaves Airco DH2 e o Nieuport 11. O Airco DH2 era um bilano de hélice tratora, possuía metralhadora na frente da cabine e Neieuport 11 era de estrutura frágil e mesmo assim foi um dos melhores caças franceses da Primeira Guerra.

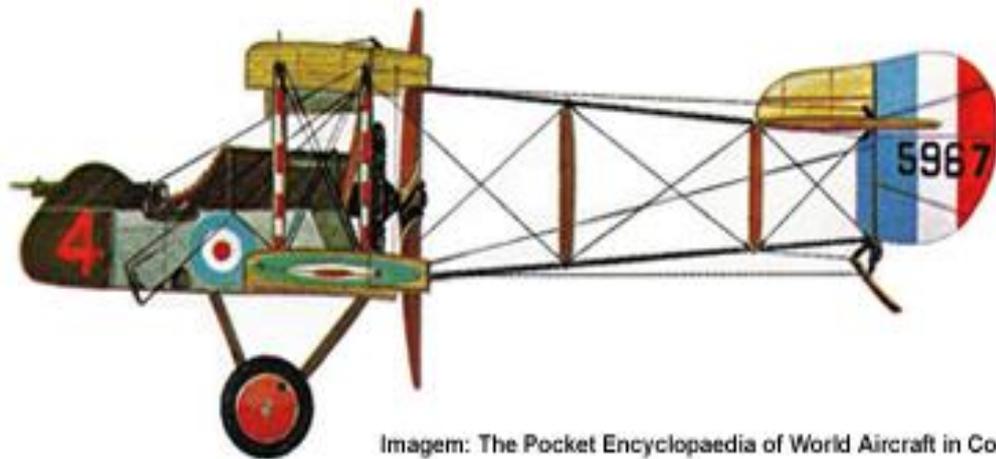


Imagem: The Pocket Encyclopaedia of World Aircraft in Colour

Figura 11 - Airco DH2.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.



Imagem: [www.neam.org](http://www.neam.org)

Figura 12 - Nieuport 11.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

Em 1915 os alemães perceberam que não eram tão superiores na aviação passaram a construir durante 1916 aviões de caça mais potentes. Assim o Halberstadt D-I e o Albatros D-I deram origem a uma dinastia de grandes caças alemães, que eram aeronaves que conseguiam levar duas metralhadoras sem grande perda de potência, além de conseguir realizar algumas manobras diferentes, sem que tivesse perda estrutura da aeronave em voo.



Imagem: The Pocket Encyclopaedia of World Aircraft in Colour

Figura 13 - Albatros D-I.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

Como resposta à criação dessas aeronaves ocorreu à criação do Nieuport 17 e o Spad VII pelos franceses, os ingleses criaram Sopwith Pup, que conseguiram superioridade até os finais dos conflitos.



Imagem: The Pocket Encyclopaedia of World Aircraft in Colour

Figura 14 - Nieuport 17.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

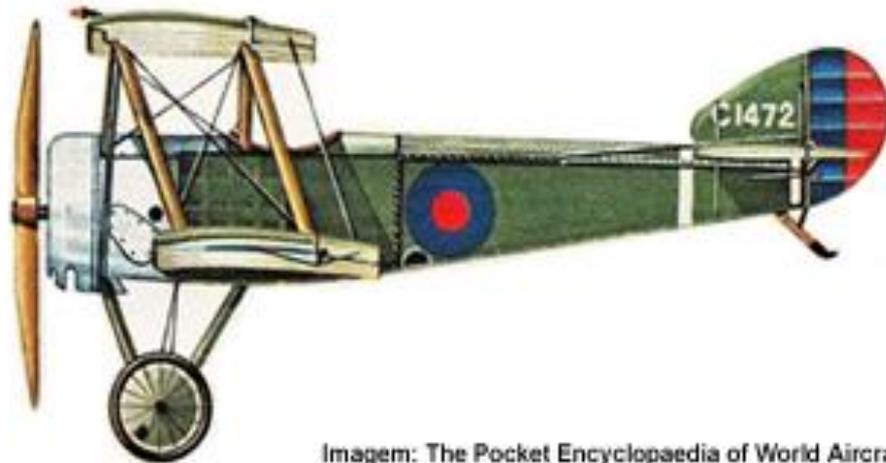


Imagem: The Pocket Encyclopaedia of World Aircraft in Colour

Figura 15 - Spowith Pup.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”



Imagem: cbrpn.com

Figura 16 - Spad VII.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

Durante a Primeira Guerra Mundial ocorreu uma grande evolução na aviação e também com ela o desenvolvimento das manobras acrobáticas por uma necessidade, de obter métodos e desenvolver novas tecnologias nas aeronaves com o propósito de conseguir vantagens durante os combates aéreos.

Durante todo esse período de evolução, durante a guerra, não parece ter ocorrido nenhum momento de preocupação com a segurança do piloto, que já fazia acrobacias e enfrentava bravamente seu inimigo, com isso os ases eram vistos como pilotos de inúmeros méritos, apesar de possuírem aeronaves de um grau de confiabilidade tão baixo estes mostravam destemor impressionante e arriscavam suas vidas em nome de seu país fazendo inúmeras manobras

arriscadas.

No período pós guerra havia sobrado inúmeras aeronaves, que não apresentavam nenhuma utilidade, então os ex-combatentes de guerra, os pilotos, começaram a realizar acrobacias e aperfeiçoar cada vez mais suas manobras através destes aviões utilizando as técnicas aprendidas durante os combates.

As manobras acrobáticas acabaram por despertar admiração na população e desse modo os pilotos passaram a fazer apresentações voltadas ao fim esportivo.

Assim constatou-se que foi logo após a primeira guerra que ocorreu o marco inicial da acrobacia aérea e de eventos aero desportivos relacionados á acrobacia.

### 2.1.1 Início da Aviação Acrobática no Brasil

No nosso país as primeiras referências á acrobacia ocorreram por volta de 1922, com os irmãos italianos Robba, na Primeira Escola de aviação no Campo de Marte em São Paulo, onde estes faziam instruções acrobáticas, a aeronave utilizada era uma Bleriot.

Outros pilotos que se tornaram mitos foram os Comandantes Camargo e Pedroso que entre as façanhas por eles realizadas estava a passagem de suas aeronaves por baixo do Viaduto do Chá na grande São Paulo.

O nome que mais marcou a aviação acrobática no Brasil foi o de Alberto Berteli, que formou inúmeros acrobatas na década de 40 no aeroclube de São Paulo e foi o responsável pela criação da acrobacia esportiva na década de 70, através de seus alunos e seguidores.

Existe também a Associação Brasileira de Acrobacia Aérea (ACRO) que surgiu juntamente com o Departamento de Acrobacia Aérea do Aeroclube de São Paulo, de onde nasceu a idéia de se organizar a acrobacia no país. A ACRO fora reconhecida oficialmente em 1988 pelo DAC (Departamento de Aviação Civil) no Rio de Janeiro, mas antes de ser reconhecida ela em 1938 ajudara a criar em Itu o 1º Campeonato Paulista de Acrobacia Aérea.



Figura 17 - Emblema da ACRO.  
Fonte: História da Acro.

## 2.2 ORIGEM DA SEGURANÇA DE VOO

Foi em Chicago e 1944 que começou a se debater sobre a segurança de voo. Naquela época os aviões começavam a levar passageiros e cargas em todo o mundo, dessa maneira autoridades viram que era necessário desenvolver regras que garantissem a segurança, a regularidade e a eficiência dos voos aos passageiros.

Em setembro de 1944 foi realizada Convenção de Chicago e nasceu assim a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), que tinha como responsabilidade recomendar documentos/anexos às empresas para que estas realizassem seus voos de modo seguro e ordenado.

A Convenção de Chicago foi logo estabelecida no Brasil conforme o Decreto 21.713 de 27 de agosto de 1946.

No anexo 1 da OACI era tratado o licenciamento pessoal, no anexo 8 a parte de aeronavegabilidade e o anexo 13 relatava sobre as investigações nos acidentes aeronáuticos.

Conforme as autoridades de cada país observavam a aviação dentro de seu estado foram criadas leis, documentos e anexos que se adequassem as realidades encontradas no seu país.

## 2.3 NORMAS QUE VISAM A SEGURANÇA DO VOO ACROBÁTICO

As normas que visam a segurança de voo nas acrobacias aéreas são citadas no CBAer (Código Brasileiro de Aeronáutica), na IAC 091-1001 que descreve sobre as Demonstrações/Competições Aéreas, na IAC 060-1001 Piloto de Acrobacia Aérea e de Demonstração Aérea que comenta sobre os aspectos em relação às licenças e documentos que a aeronave acrobática e o piloto precisam ter para realizar apresentações e competições aéreas.

### 2.3.1 CBAer Artigo 17

O Artigo 17 do Código Brasileiro de Aeronáutica retrata as proibições em relação a voos não seguros, que apresentem perigo a tanto aos tripulantes da aeronave quanto ao tráfego aéreo, instalações e pessoas do solo; assim como consta abaixo:

“Art. 17. É proibido efetuar, com qualquer aeronave, vôos de acrobacia ou evolução que possam constituir perigo para os ocupantes do aparelho, para o tráfego aéreo, para instalações ou pessoas na superfície.

Parágrafo único. Excetua-se da proibição, os vôos de prova, produção e demonstração quando realizados pelo fabricante ou por unidades especiais, com a observância das normas fixadas pela autoridade aeronáutica.” (CBAer Artigo 17)

### 2.3.2 IAC 091-1001

A IAC 091-1001 fala sobre Demonstrações/Competições Aéreas e

foi publicada no Diário Oficial da União nº 117, de 21 de junho de 2005.

Esta IAC ajuda e estabelece normas e padrões para quem deseja organizar, executar com total segurança, um evento envolvendo atividades aéreas demonstrações/competições.

A segurança de voo no evento deve ocorrer de modo que haja uma coordenação entre todos os tripulantes, controladores, organizadores e autoridades aeronáuticas e locais; com o intuito de que todos os pontos vulneráveis sejam cobertos visando padronizar e aumentar a segurança de voo.

A IAC 091-1001 também se trata dos conceitos, definições dos termos usados na aviação, que muitas vezes podem confundir os organizadores, e pessoal responsável do evento assim esta IAC esclarece da seguinte forma:

## “2 CONCEITUAÇÃO

### 2.1 ACROBACIA AÉREA

Acrobacia aérea significa qualquer manobra aérea intencional envolvendo mudanças bruscas na atitude da aeronave e/ou acelerações ou atitudes não necessárias ao vôo normal.

### 2.2 COMPETIÇÃO AÉREA

Competição aérea significa uma atividade aerodesportiva envolvendo uma competição entre os pilotos das aeronaves envolvidas. As atividades aéreas podem ser rally, gincana, corrida entre marcos ou corrida em circuitos fechados, etc

### 2.3 DEMONSTRAÇÃO AÉREA

Demonstração aérea significa a apresentação para um determinado público de uma ou mais aeronaves em vôo dentro de um espaço aéreo determinado e tão pequeno quanto praticável, na qual o piloto procura demonstrar o desempenho e as qualidades de vôo da aeronave sendo apresentada, operando a mesma nos limites do seu envelope de vôo aprovado.

Uma demonstração aérea pode ser realizada sobre um aeródromo ou sobre áreas desabitadas e pode ser aberta ao público em geral, caso de demonstrações festivas/ comemorativas, ou destinada a um público específico, caso de demonstração para

prováveis compradores da aeronave, por exemplo.

## 2.4 MANOBRA AÉREA

Manobra aérea significa a mudança da atitude e/ou altitude de uma aeronave em vôo, através da atuação intencional do piloto nos comandos de vôo e/ou do motor da aeronave.” (IAC 091-1001)

Uma das outras exigências para segurança de voo no evento é em relação à comissão organizadora, esta deve possuir segundo esta mesma IAC:

## “3 ORGANIZAÇÃO

### 3.1 COMISSÃO ORGANIZADORA

Para a realização de uma demonstração/competição aérea, a entidade aerodesportiva ou organização responsável pela promoção do evento aéreo deve apresentar ao SERAC com jurisdição sobre a área onde se pretende realizar tal evento uma Solicitação para Demonstração/Competição Aérea (ver Anexo 1) juntamente com um programa detalhado da mesma, elaborada por uma Comissão Organizadora, constituída no mínimo dos seguintes membros e com as respectivas atribuições:

#### 3.1.1 COORDENADOR GERAL

Representa a entidade promotora e todos os participantes perante as autoridades e coordena as atividades dos outros membros da comissão. Cabe ao Coordenador Geral:

a) apresentar o Programa para Demonstração/Competição Aérea. e o .Relatório de Demonstração/Competição Aérea. segundo os modelos apresentados nos Anexos 2 e 3 respectivamente.

b) fazer contato com as autoridade municipais e aeroportuárias do local (ou locais) envolvido(s) no evento.

#### 3.1.2 DIRETOR DE OPERAÇÕES E SEGURANÇA DE VÔO

O Diretor de Operações e Segurança de Vôo deve ser um piloto experiente ao qual cabe:

a) fazer a coordenação com o Controle de Tráfego Aéreo local;

b) verificar se os itens de segurança foram todos

observados, tais como briefing com bombeiros e médicos, se houver público isolamento da área destinada ao mesmo, etc; e

c) realizar o briefing da demonstração/competição dando ênfase aos seguintes pontos:

(1) chamada dos participantes, devendo enfatizar que pilotos que não assistirem ao briefing não podem participar das atividades aéreas;

(2) descrição, com auxílio visual, da área permitida de sobrevôo e/ou itinerário, assim como detalhes do tráfego a serem observados;

(3) quadro horário de decolagem e pouso de cada participante;

(4) limites estabelecidos; e

(5) recomendações de segurança.

d) zelar pelo cumprimento das limitações estabelecidas nesta IAC e estabelecer outros limites julgados pertinentes para as operações aéreas previstas.

### 3.1.3 DIRETOR DE SEGURANÇA AEROPORTUÁRIA

Nos eventos abertos ao público em geral deve ser designado um Diretor de Segurança Aeroportuária ao qual cabe:

a) elaborar um plano de segurança aeroportuária e de evacuação médica;

b) providenciar o isolamento da área destinada ao público, separando-a da área de estacionamento e operação das aeronaves;

c) providenciar meios de combate a incêndios e de assistência médica adequados ao tamanho do evento;

d) providenciar local adequado para o funcionamento de um Centro de Operações de Emergência com a finalidade de coordenar as ações necessárias em caso de acidente envolvendo aeronave e público.

e) estabelecer contato com hospitais da localidade onde ocorrerá o evento, visando formalizar o compromisso de participação de um ou mais hospitais na prestação de apoio médico em caso de acidente/incidente.

f) coordenar junto às autoridades locais a designação de vias de acesso para deslocamento rápido de ambulâncias em direção ao hospital que formalizou apoio ao evento.

g) em eventos com duração superior a um dia, realizar ao fim de cada dia uma reunião com seu pessoal visando identificar e corrigir falhas na segurança aeroportuárias ocorridas no transcorrer do dia.” (IAC 091-1001)

Outros padrões que são definidos na norma da IAC 091-1001 em relação aos eventos e atividades aéreas é com relação às áreas de sobrevoo, altura mínima entre outros pontos assim descritos na IAC:

### “3.2 ÁREAS DE DEMONSTRAÇÃO E/OU SOBREVÔO

#### 3.2.1 ÁREA DE SOBREVÔO

A área de sobrevôo deve ser bem definida, com plotagem no terreno, de modo que o público (se houver) e áreas habitadas não sejam sobrevoadas em vôos acrobáticos ou em passagens baixas.

#### 3.2.2 LINHA LIMITE (DEAD LINE) E ALTURA MÍNIMA (LOW LINE)

Quando houver público, principalmente nas demonstrações envolvendo acrobacias aéreas, devem ser definidas e obedecidas uma linha limite (Dead Line), a no mínimo 150 metros de distância da área reservada ao público, e uma altura mínima (Low Line) que não devem ser ultrapassadas em nenhuma fase de vôo.

Não obstante o estabelecido no RBHA 91, parágrafo 91.303(e), a altura mínima (Low Line) para vôos acrobáticos pode ser inferior a 1500 pés, mas nunca abaixo de 200 pés acima da superfície. Para passagens baixas, a altura mínima deve ser estabelecida pelo Diretor de Operações em função do tipo de aeronave (a passagem baixa de um grande avião de transporte não pode ser feita na mesma altura que a de um avião agrícola demonstrando suas características).

### 3.2.3 EIXO DE EXECUÇÃO

Em demonstrações com acrobacias aéreas o planejamento de cada vôo deve ser feito de forma que as manobras que forem executadas em eixo perpendicular ao público tenham o ponto de recuperação antes da linha limite (DEAD LINE).” (IAC 091-1001)

Dentre outros pontos que visam a segurança de voo nos eventos está um dos mais importantes, os participantes, estes devem estar devidamente treinados e preparados para realizar voos acrobáticos, e é responsabilidade do Diretor de Operações verificar a capacidade do piloto participante com relação às manobras propostas durante o evento.

Em relação às aeronaves, de acordo com a IAC091-1001, estes devem estar homologados pelo RBHA 23 na categoria acrobática, ou aviões projetados e construídos para uso militar e aceitos por uma das Forças Armadas brasileiras como avião acrobático, desde que tenha obtido um certificado de homologação civil brasileiro nos termos do RBHA 21, seção 21.27.

A manutenção da aeronave também deve estar em dia com relação ao RBHA 91 e as marcas de nacionalidade e de matrícula devidamente previstas no RBHA 45.

Para realização de voos em formação durante o evento é responsabilidade do Diretor de Operações, segundo a IAC, assegurar-se de que os pilotos envolvidos possuem qualificação técnica expedida pelo DAC e para esse voo tenha sido previsto um briefing específico.

A realização de Pára-quedismo pode ser feita desde que todas as aeronaves que participam do evento em solo com motores parados, segundo esta mesma IAC.

Em relação á segurança de vôo e prevenção a IAC 091-1001 denota da seguinte forma:

#### “4 SEGURANÇA DE VÔO

##### 4.1 PREVENÇÃO DE ACIDENTES

O anexo 3 desta IAC apresenta o modelo de relatório que deve ser

preenchido com a maior precisão possível, pois sua finalidade principal é a prevenção de acidentes. Com a análise do relatório podem ser obtidos ensinamentos que, corretamente divulgados, concorrem para que, em futuros eventos, as falhas e os acidentes relatados não voltem a ocorrer e nem culminem em um acidente.

#### 4.2 CUIDADOS IMPORTANTES

Alguns itens são importantes para a prevenção de acidentes e mesmo para o socorro às vítimas caso o acidente ocorra:

##### 4.2.1 COORDENAÇÃO AÉREA

Os organizadores devem prever a coordenação necessária tanto para a chegada quanto para a partida das aeronaves participantes e as demais que venham a operar no aeródromo em função, ou não, da demonstração aérea. Caso o aeródromo não possua Torre de Controle (TWR) deve ser prevista uma coordenação, de preferência disposta de comunicação em VHF, para orientação do tráfego aéreo.

##### 4.2.2 ACESSO À ÁREA DE ESTACIONAMENTO DE AERONAVES

O controle do acesso de pessoas ao estacionamento das aeronaves deve ser rigoroso, visando evitar acidentes/incidentes no solo, colisão com hélices e curiosos mexendo nas aeronaves danificando-as ou ferindo-se.

Em nenhum caso o público presente ao evento (se houver) pode ter acesso às áreas de estacionamento e de operação no solo das aeronaves. Esta regra não impede que exista uma área para exposição estática de aeronaves com acesso ao público. A colocação e remoção de aeronaves dessa área não pode ser feita usando o(s) motor(es) das mesmas.

##### 4.2.3 - SERVIÇO CONTRA INCÊNDIO

Quando o aeródromo não possuir serviço contra incêndio próprio ou quando o evento ocorrer fora da área de um aeródromo, cabe à Comissão Organizadora providenciar para que existam pessoas encarregadas desta tarefa (Corpo de Bombeiros ou outros) devidamente instruídas sobre como agir no combate ao fogo e retirada de tripulantes para todas as aeronaves participantes do

evento.

#### 4.2.4 SERVIÇO MÉDICO

Quando o aeródromo não possuir serviço médico próprio ou quando o evento ocorrer fora da área de um aeródromo, cabe à Comissão Organizadora providenciar para que existam pessoas encarregadas do atendimento médico, incluindo transporte de feridos para hospitais previamente definidos e avisados do evento.

#### 4.2.5 PESSOAS A BORDO

Com exceção da tripulação mínima requerida pela aeronave, nenhuma pessoa pode estar a bordo de uma aeronave realizando uma demonstração/competição aérea.” (IAC 091-1001)

### 2.3.3 IAC 060-1001

É um documento que se relaciona com o tema Segurança de Voo na Aviação Acrobática é a IAC 060-1001 que traz o tema Piloto de Acrobacia Aérea e de Demonstração Aérea e foi publicado no Diário Oficial da União nº 87, S/1, pg.10 de 10 de maio de 2004.

Segundo a IAC 060-1001 as manobras acrobáticas só podem ser efetuadas em aeronaves homologadas ou aprovadas para tal. E exceto quando autorizadas pela autoridade aeronáutica, é expressamente proibido o voo duplo, ou a condução de acompanhantes, sob qualquer denominação, a bordo de aeronaves em atividades de demonstração aérea.

A partir dessa IAC podem ser obtidos esclarecimentos em relação a Certificado de Pilotos de Acrobacia Aérea e de Demonstração Aérea.

A IAC 060-1001 estipula alguns requisitos para que um piloto adquira o Certificado de Piloto de Acrobacia Aérea, dentre entre eles a IAC 060-1001 solicita:

#### “2.1 COMPROVAÇÃO DE EXPERIÊNCIA

Os interessados na obtenção do Certificado de Piloto de

Acrobacia Aérea deverão apresentar, para comprovação de experiência, declaração de escola ou curso de pilotagem autorizado a funcionar pelo DAC, ou, quando autorizado por este Departamento, declaração de instrutor informando as horas de vôo realizadas.

## 2.2 SOLICITAÇÃO DE CERTIFICADO DE PILOTO DE ACROBACIA AÉREA

A solicitação para a concessão de um Certificado de piloto de acrobacia deverá ser feita ao SERAC, com os seguintes documentos:

- a) declaração de conclusão de curso de acrobacia aérea, expedida por escola, curso ou instrutor devidamente autorizado para este fim pelo DAC;
- b) cópia da Licença ou do Certificado de Pilotagem;
- c) cópia do documento de identidade e do CPF;
- d) cópia do Certificado de Capacidade Física (CCF); e
- e) cópia do comprovante de pagamento dos emolumentos devidos.

Nota: O solicitante que não obtiver aprovação na verificação de perícia somente poderá requerer nova autorização para realizá-la após comprovar que realizou treinamento corretivo, sob a supervisão de um instrutor de vôo.

## 2.3 CATEGORIA AVIÃO

O solicitante deve:

- a) ser detentor de uma Licença de Pilotagem de Avião;
- b) ter completado, no mínimo, 100 (cem) horas de vôo em avião dentre as quais 10 (dez) horas de vôo em curso de acrobacia aérea autorizado pelo DAC; e
- c) ter completado um curso de acrobacia aérea de avião autorizado pelo DAC.

## 2.4 DEMAIS CATEGORIAS

O solicitante deve:

- a) ser detentor de licença de pilotagem, na respectiva categoria de aeronave;

b) ter completado, no mínimo, 50 (cinquenta) horas de vôo em aeronave da respectiva categoria dentre as quais 10 (dez) horas de vôo em curso de acrobacia aérea; e

c) ter completado um curso de acrobacia aérea autorizado pelo DAC.

## 2.5 MIGRAÇÃO ENTRE CATEGORIAS

Somente os detentores de Certificado de Piloto de Acrobacia em Avião, com base neste certificado, podem obter Certificado de Piloto de Acrobacia em outra categoria de aeronave desde que:

a) sejam detentores de Licença de pilotagem, na respectiva categoria de aeronave, emitida ou reconhecida pelo DAC;

b) tenham completado, sob supervisão de instrutor de acrobacia aérea, no mínimo 5 (cinco) vôos de adaptação à acrobacia na respectiva categoria de aeronave; e

c) obtenham de instrutor de acrobacia aérea, qualificado na respectiva categoria de aeronave, declaração de que está apto para receber o referido certificado.

## 2.6 PREENCHIMENTO, VALIDADE E PRERROGATIVAS

a) Preenchimento do Certificado: ACRO (seguido da categoria)

b) Validade do Certificado: 3(três) anos.

c) O detentor de um Certificado de Piloto de acrobacia aérea está autorizado a exercer as funções de piloto em comando na respectiva categoria de aeronave, podendo, com equipamentos acrobáticos, realizar atividades de acrobacia aérea.” (IAC 060-1001)

Esta mesma IAC mostra que há diferenças nas exigências do Certificado de Piloto de Acrobacia Aérea e do Certificado de Piloto de Demonstração Aérea, sendo que o segundo certificado depende do primeiro assim como demonstrado a seguir:

## “5 REQUISITOS PARA CONCESSÃO DE CERTIFICADO DE PILOTO DE DEMONSTRAÇÃO AÉREA

### 5.1 CATEGORIA AVIÃO

O solicitante deve:

a) ser detentor de Certificado de Piloto de Acrobacia em avião;

b) ter completado, no mínimo, 500 (quinhentas) horas de vôo em avião, sendo 150 (cento e cinquenta) horas de acrobacia aérea; e

c) ter sido aprovado pelo SERAC, que, para esse objetivo, poderá levar em consideração parecer de Comissão Técnica de Entidade representativa de Acrobacia Aérea.

## 5.2 DEMAIS CATEGORIAS

O solicitante deve:

a) Ser detentor de Certificado de Piloto de Acrobacia com qualificação na categoria de aeronave que pretende realizar demonstrações aéreas;

b) ter completado, no mínimo, 200 (duzentas) horas na respectiva categoria de aeronave, sendo 100 (cem) horas de acrobacia aérea; e

c) ter sido aprovado pelo SERAC, que, para esse objetivo, poderá levar em consideração parecer de Comissão Técnica de Entidade representativa de Acrobacia Aérea.

## 5.3 PREENCHIMENTO, VALIDADE E PRERROGATIVAS

a) Preenchimento do Certificado: PIL DEMAER (seguido da categoria)

b) Validade do Certificado: 3 (três) anos.

c) Prerrogativas: detentor de um Certificado de Piloto de demonstração aérea está autorizado a exercer as funções de piloto em comando na respectiva categoria de aeronave, podendo realizar nas áreas autorizadas pela autoridade aeronáutica, atividades de demonstração aérea.” (IAC 060-1001)

As normas e exigências citadas acima ao serem relacionadas com esse estudo tem como objetivo relatar a importância da segurança de operacional, principalmente no setor da aviação acrobática, sendo que, este setor envolve riscos constantes, em medida que não seja feita um completo treinamento e cumprimento

de todas as normas referentes à aviação acrobática esse risco se torna uma trágica realidade.

## 2.4 MANOBRAS ACROBÁTICAS

As manobras acrobáticas são manobras que envolvem intencionalmente mudanças rápidas de altitude e de velocidade, e, além disso, exigem grande habilidade do piloto.

A ACRO é a principal associação que apresenta competições aéreas no nosso país, e demonstra nas competições aéreas diversas manobras dentre elas a manobra de *hammerhead*, o *looping*, o parafuso, o tuno lento, o voo invertido e entre outras; estas são realizadas dentro de um Box acrobático imaginário mantendo altitudes seguras tanto para ao piloto quanto ao público.

A definição básica do Box é apresentado pela ACRO da seguinte maneira, variando conforme a categoria do piloto:

### Limites inferiores

1500' AGL: Básica e Esporte.

1200' AGL: Intermediária.

800' AGL: Avançada.

328' AGL: Ilimitada.

### Limite superior

3500' AGL: Básica, Esporte, Intermediária e Avançada.

3280' AGL: Ilimitada.

### Dimensões laterais

3300' x 3300' ; centrada na linha dos juízes.

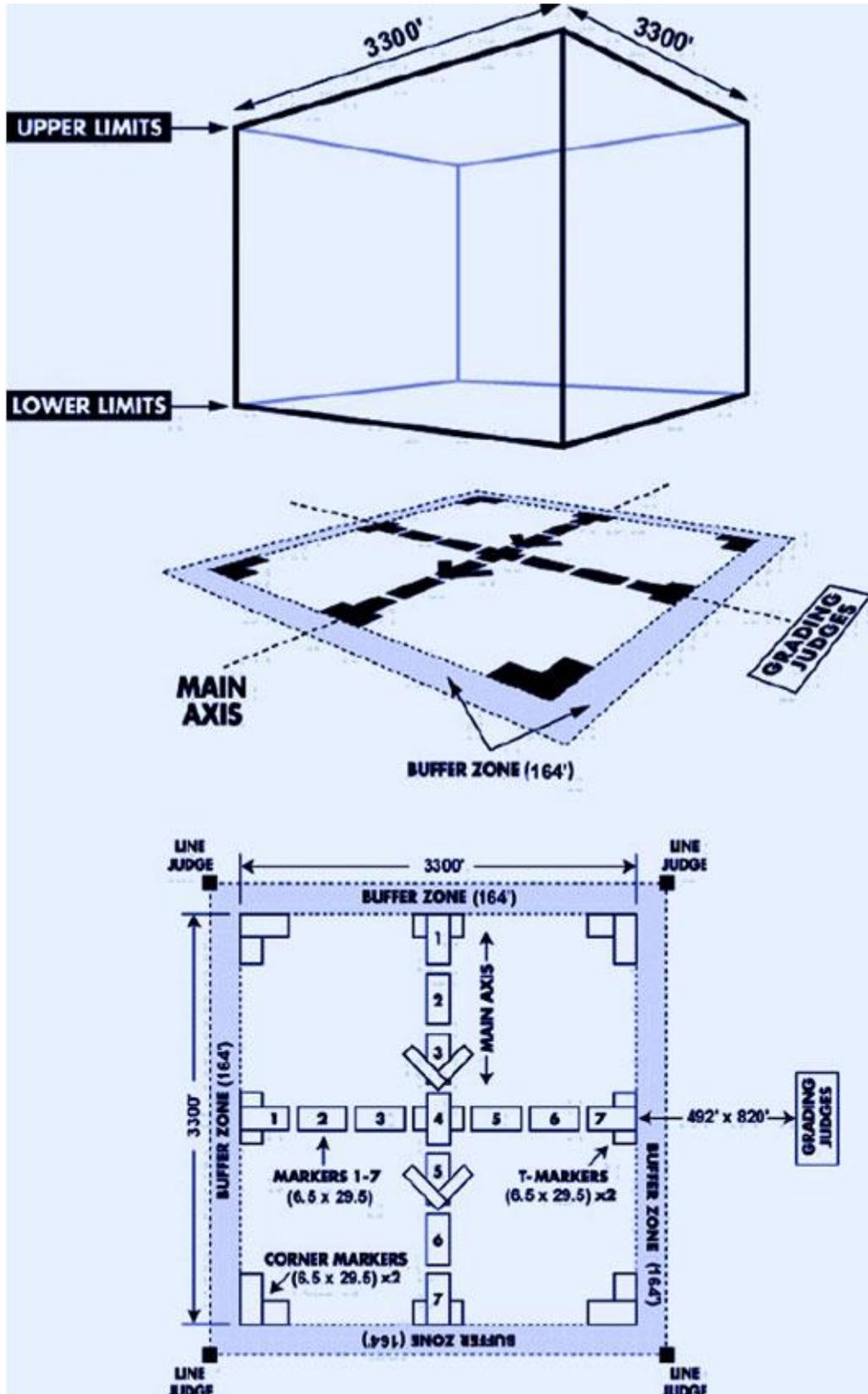


Figura 18 - Box acrobático.  
Fonte: Acro Brasil

Além das manobras feitas dentro do Box Acrobático, existem outras inúmeras manobras, que são às vezes entrepostas para formas no ar diversas imagens e efeitos no céu.

A Esquadrilha da Fumaça apresenta inúmeras manobras utilizando uma “sobreposição” de manobras, e dentre essas manobras apresentadas pela esquadrilha as manobras conhecidas como de treino acrobático, são elas as manobras de reversão, o *hammerhead*, diversos tipos de *looping*, o parafuso normal positivo, o parafuso chato, o tunô lento, o voo de dorso/invertido, oito ao redor marcos ou sobre estrada, oito sobre marcos (pivotamento), o *chandelle*, o oito-preguiçoso, oito-cubano, o oito-cubano reverso, o *tourneaux*, *tourneaux* de 4 tempos, manobra de Immenmann, o *split-s* e a guinada adversa,. Além de manobras de treino acrobático a Esquadrilha faz manobras e movimentos com diversas aeronaves ao mesmo tempo.

Para realizar qualquer manobra em segurança o piloto deve conhecer muito bem a aeronave com a qual ele irá realizar tais manobras. Cada avião possui velocidades diferentes para entrada e saída de cada manobra, por exemplo, para realizar um volta em torno do próprio eixo, conhecida como 360 ou *aileron rolls* (rolo de aileron) um aeronave para treino acrobático irá efetuar a manobra com 130 mph, já uma aeronave intermediária efetuará a mesma manobra com 140 mph, e a *unlimited monoplane* (aeronave sem limites) usada na categoria avançada realizará a manobra em 160 mph.

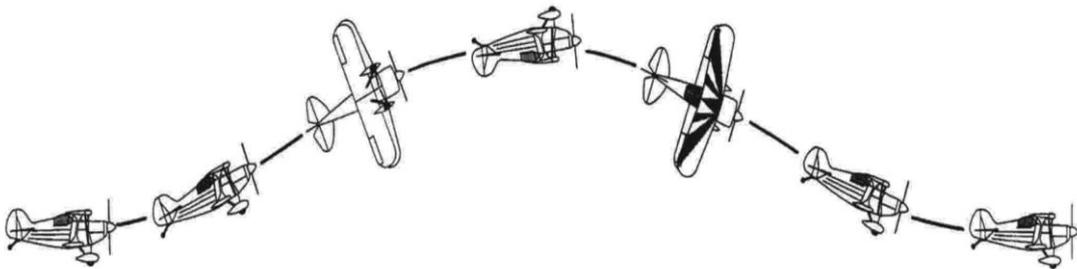


Figura 19 - *Aileron rolls* (rolo de aileron).  
Fonte: Szurovy, Goulian. (1994.p 52.)

## 2.4.1 Manobras Acrobáticas Básicas

### 2.4.1.1 Hammerhead

A manobra denominada como Hammerhead significa "cabeça de martelo" em inglês e os britânicos chamam de *stall turn* (curva de estol).

Essa manobra consiste em deixar a aeronave na posição vertical, e a velocidade diminuirá lentamente e quando se chegar a quase permanecer parado no ar (a aeronave terá diminuindo cerca de 20 a 30 knots) dependendo da aeronave voada, o piloto guina o avião no eixo vertical até obter a vertical descendente e então recuperar a aeronave.

O Hammerhead é comumente efetuado com 160 mph em uma aeronave acrobática de treino, 180 mph para uma aeronave intermediária e 190 mph na categoria unlimited monoplane.

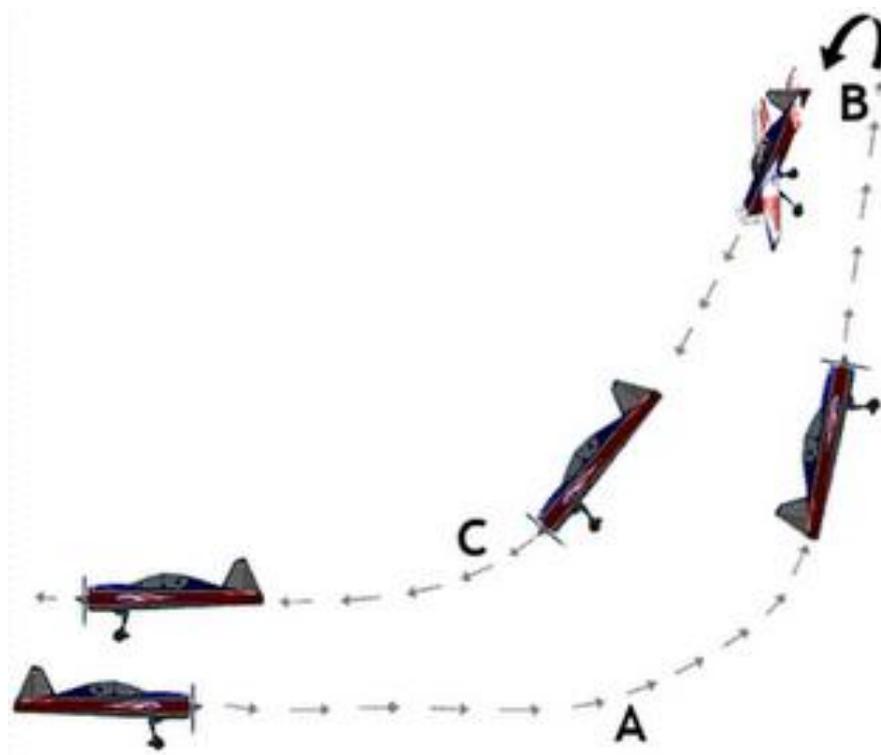


Figura 20 - Manobra Hammerhead.  
Fonte: Acrobacias F3A e Manobras 3D.

### 2.4.1.2 Looping

O *looping* é a acrobacia aérea mais conhecida e consiste em apenas um círculo realizado na posição vertical. Esta manobra pode ser ou não invertida, na primeira o piloto sobre altas cargas gravitacionais negativas.

O *Looping* pode ser realizado em altas altitudes ou baixas tudo com um relativo nível de segurança. Sendo assim esta acrobacia é considerada mais bonita quanto mais perfeito seja o círculo.

Essa manobra é comumente efetuada com 140 mph em uma aeronave acrobática de treino, 160 mph para uma aeronave intermediária e 170 mph na categoria *unlimited monoplane*.

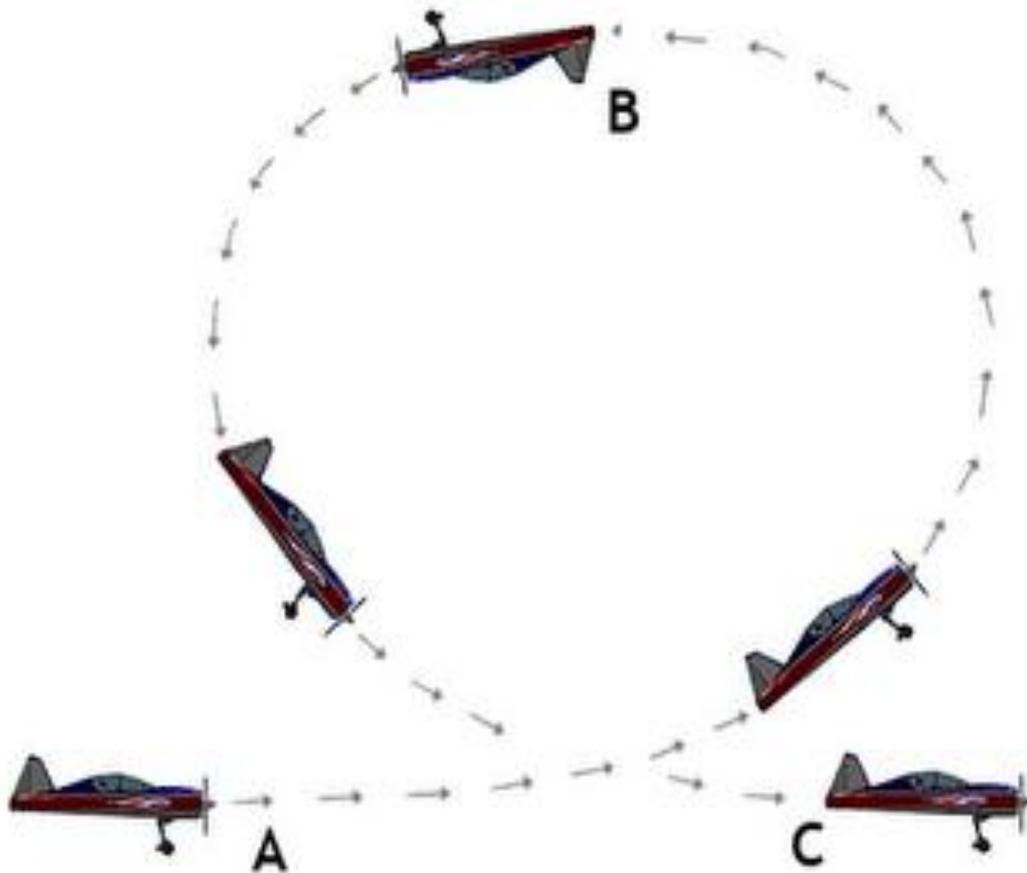


Figura 21 - Looping.  
Fonte: Acrobacias F3A e Manobras 3D

### 2.4.1.3 Spins (giros/parafusos)

É uma manobra de auto-rotação, onde a aeronave é levada ao estol de maneira assimétrica, efetuando uma guinada para um dos lados. Dessa maneira a asa do lado em que o leme da aeronave está aplicado estará estolada enquanto a outra asa irá gerar alguma sustentação.

O parafuso deve ser sempre feito em uma altura mínima de 3.500 pés, para que o piloto consiga sair da manobra em uma altura suficientemente boa para recuperação de altitude. A velocidade do vento influencia diretamente durante a manobra e esta não deve ser maior que 3 a 5 *knots*.

Para sair do parafuso o piloto deve “dar leme” para o mesmo lado em que sua aeronave esta girando, caso contrário ele só aumentará a velocidade do giro.

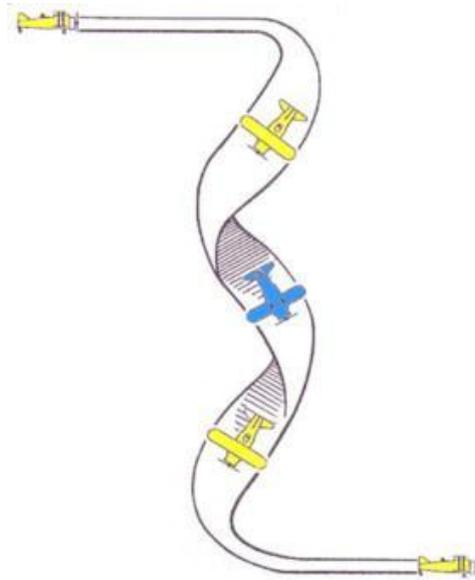


Figura 22 - Aeronave efetuando a manobra parafuso.  
Fonte: Manobras.

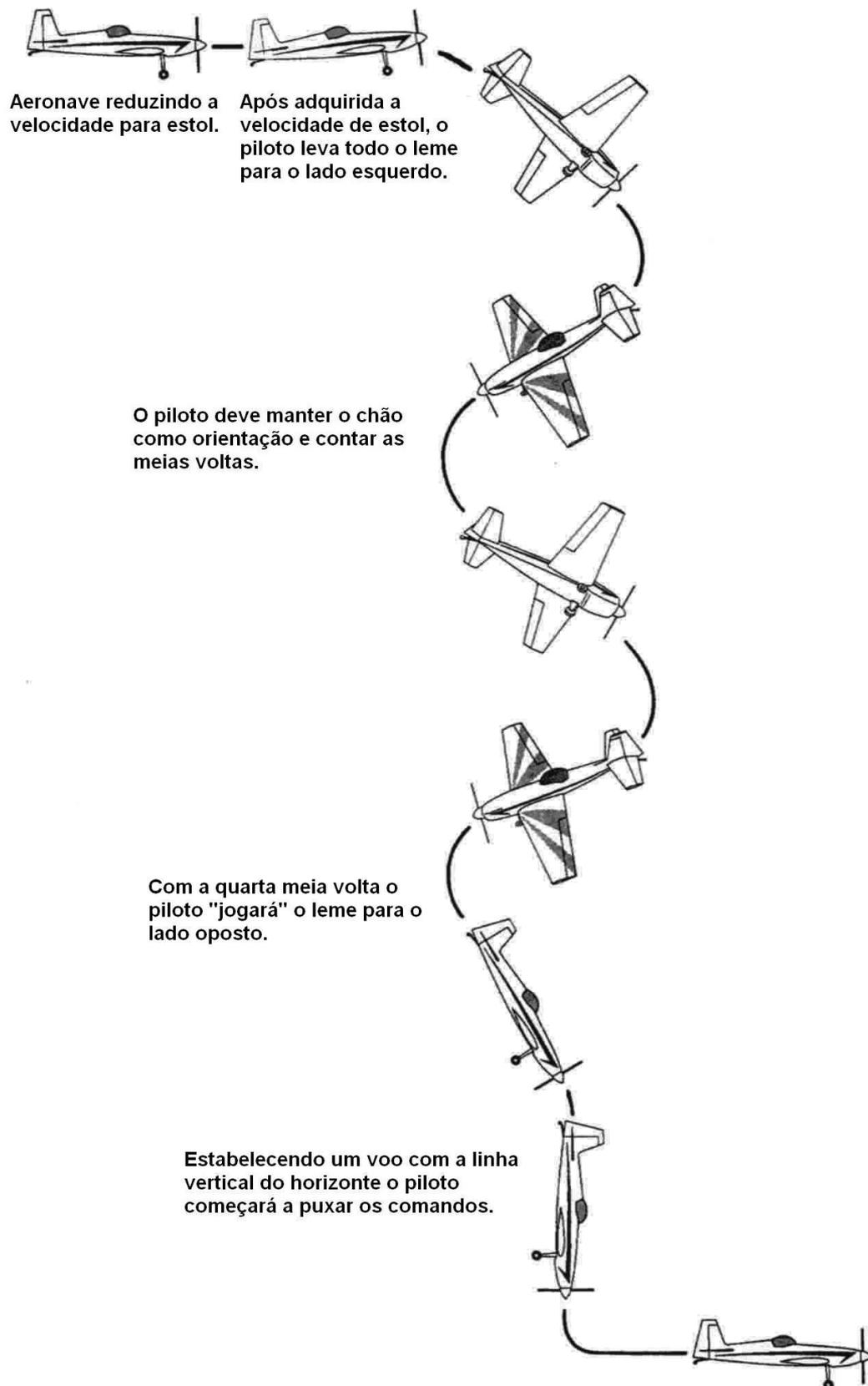


Figura 23 - Aeronave efetuando Spin para esquerda.  
 Fonte: Szurovy. Goulian. (1994.p 141)

#### 2.4.1.4 Tuno lento

É basicamente o rolamento lateral em torno do eixo longitudinal da aeronave. Se essa manobra for executada perfeitamente a aeronave não ficará exposta a quase um G negativo, durante a parte invertida.

Para a manobra ser perfeita o piloto deve saber fazer muito bem a guinada adversa e não variar altitude nem perder a proa durante a manobra.

#### 2.4.1.5 Voo invertido

É o nome dado à um voo realizado de “cabeça para baixo” ou com 1 G negativo. Ocorre nesta manobra inversão dos comandos de voo, o piloto irá puxar o manche para descer e empurrar para subir.

As velocidade típicas em um voo invertido são: 125 mph em uma aeronave acrobática de treino, 145 mph para uma aeronave intermediária e 170 mph na categoria *unlimited monoplane*.



Foto 1 - Aeronaves em voo invertido.  
Fonte: A Esquadrilha da Fumaça

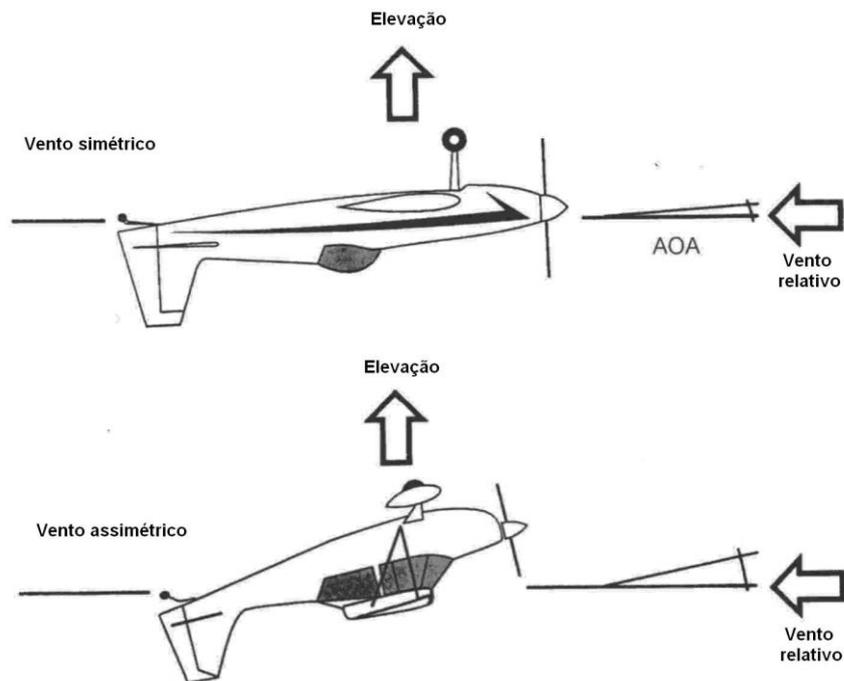


Figura 24 - Aeronaves voando invertidas e niveladas. Como pode-se observar na figura a asa assimétrica é menos eficiente para o piloto manter um voo invertido com a aeronave nivelada.  
 Fonte: Szurovy, Goulian. (1994.p 74.)

#### 2.4.1.6 Oito ao redor de marcos ou sobre estrada

Essa manobra é executada á altitude de 600 pés d AGL. Consiste em realizar um percurso na forma de oito ao redor de duas referencias pré-determinadas, escolhidas no solo (marcos). As curvas devem ter o mesmo raio, mesmo com vento; o piloto deve compensar o vento pelo grau de inclinação das asas da aeronave.

Os marcos de devem ser separados por distâncias de cerca de 1000 metros. Os marcos podem ser desde prédios ou estradas.

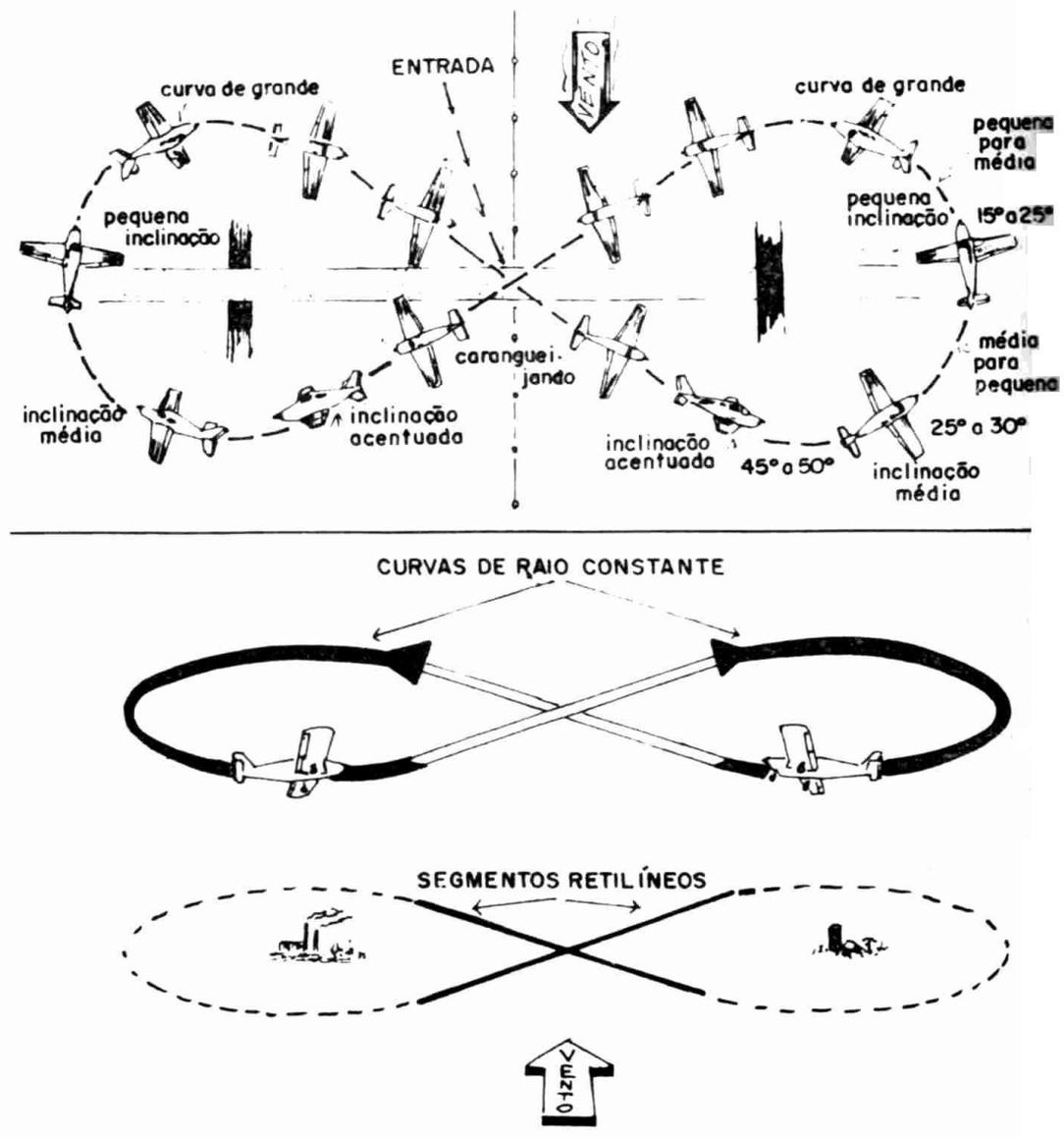


Figura 25 - Oito ao redor de marcos ou sobre estrada.  
 Fonte: Prochaska (1994, p178.)

Esta manobra de proficiência é comumente utilizada no treinamento de “pilotos privados” para adquirirem maiores habilidades. Para essa manobra ser realizada como treinamento é de preferência que exista vento soprando perpendicularmente à aeronave.

O piloto ao iniciar o procedimento para entrar na manobra deve-se entrar à 45 graus com a linha imaginária que une os dois marcos pré-definidos. Ao chegar perto do marco o piloto irá realizar uma curva de grande inclinação, passando pra curva de média ao vento atingi-lo lateralmente e de pequena ao atingi-lo de frente. Nos voos em linha reta deve-se compensar o vento “caranguejando”

com a aeronave.

Os marcos devem ser escolhidos de modo que a reta que os une fique perpendicular ao vento e também a distancia entre os marcos não deverá variar durante o procedimento.

#### 2.4.1.7 Oito sobre marcos (pivotamento)

Esta manobra também é realizada utilizando referencias de dois marcos, e fazendo a trajetória como um numero oito. Os marcos devem ser visualizado facilmente no ar, com a linha de visado do piloto mantendo-se sobre o marco. A altitude para iniciar os procedimentos serão de 700 pés, variando conforme a velocidade do avião utilizado e do vento. O voo reto horizontal entre as manobras serão de 4 a 6 segundos no mínimo.

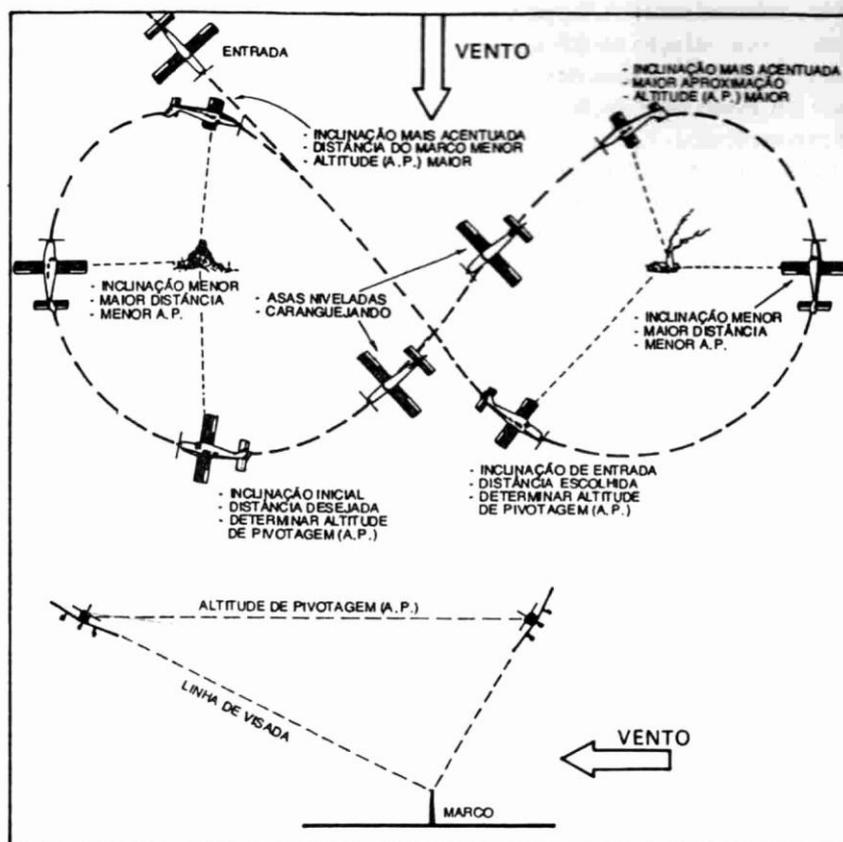


Figura 26 - Oito sobre marcos (pivotamento).  
Fonte: Prochaska (1994, p181.)

#### 2.4.1.8 Chandelle

É uma manobra realizada em curva ascendente de alta performance, dentro de uma trajetória de 180 graus, onde a aeronave ganha o máximo de altitude possível um determinado grau de inclinação das asas e ajuste da potência.

A velocidade para realizar o inicio das manobra é a velocidade de cruzeiro normal da aeronave que será utilizada.

A altitude será sempre no mínimo 1500 pés AGL.

Para essa manobra é necessário que o piloto alinhe a aeronave em relação a um estrada ou relevo, sendo-se assim começa-se realizando uma inclinação das asas em 30 graus Após estabelecido essa inclinação inicia-se uma curva ascendente na qual o piloto deve ir ajustando a manete de potência conforme realiza a curva, até manter a RPM de cruzeiro. Conforme a curva alcance 90 graus ela será completada aos 180 graus. Com essa segunda curva de 90 graus o piloto deve começar a desfazer suavemente a curva e até que esteja à 180 graus de seu marco estabelecido na estrada ou relevo.

A recuperação da manobra será completada conforme se estabeleça as asas niveladas e em atitude de cruzeiro.

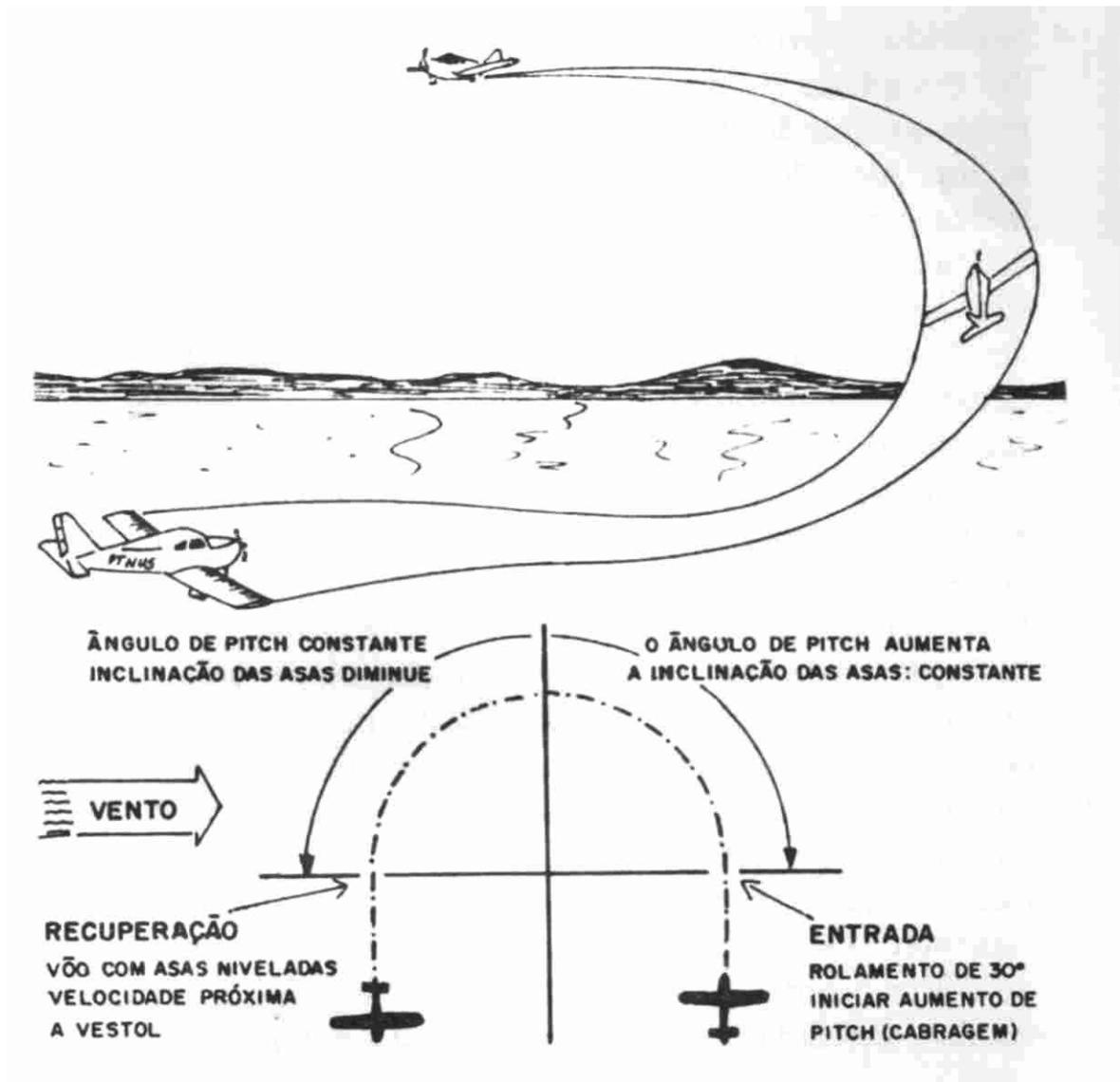


Figura 27 - Chandelle  
 Fonte: Prochaska (1994, p183.)

#### 2.4.1.9 Oito preguiçoso

A manobra apresenta mergulho e retomadas de altitude e curvas. Essa manobra recebeu esse nome por mostrar espacialmente a figura de um oito lateralmente. “Olhando de cima” a manobra assemelha-se a um S sobre uma reata imaginária.

A manobra inicia-se em um voo ascendente e cruza uma linha de referência, quando a aeronave passar a linha do horizonte o piloto iniciará uma

curva coordenada para direita ou esquerda mantendo uma inclinação de 30 graus. Quando a aeronave obter 45 de mudança de direção no percurso o nariz da aeronave terá alcançado o máximo de *pitch* (atitude do nariz alto)

Aos 90 graus de percurso referencia terá passado pela linha de vista do piloto, assim o piloto realizará uma curva descendente de 90 graus nivelando as asas do avião gradativamente, até obter 180 graus. Quando completar os 180 graus velocidade e altitude estarão igual as de entrada do procedimento.

As manobras serão repetidas de modo que haja no final o formato imaginário do oito.

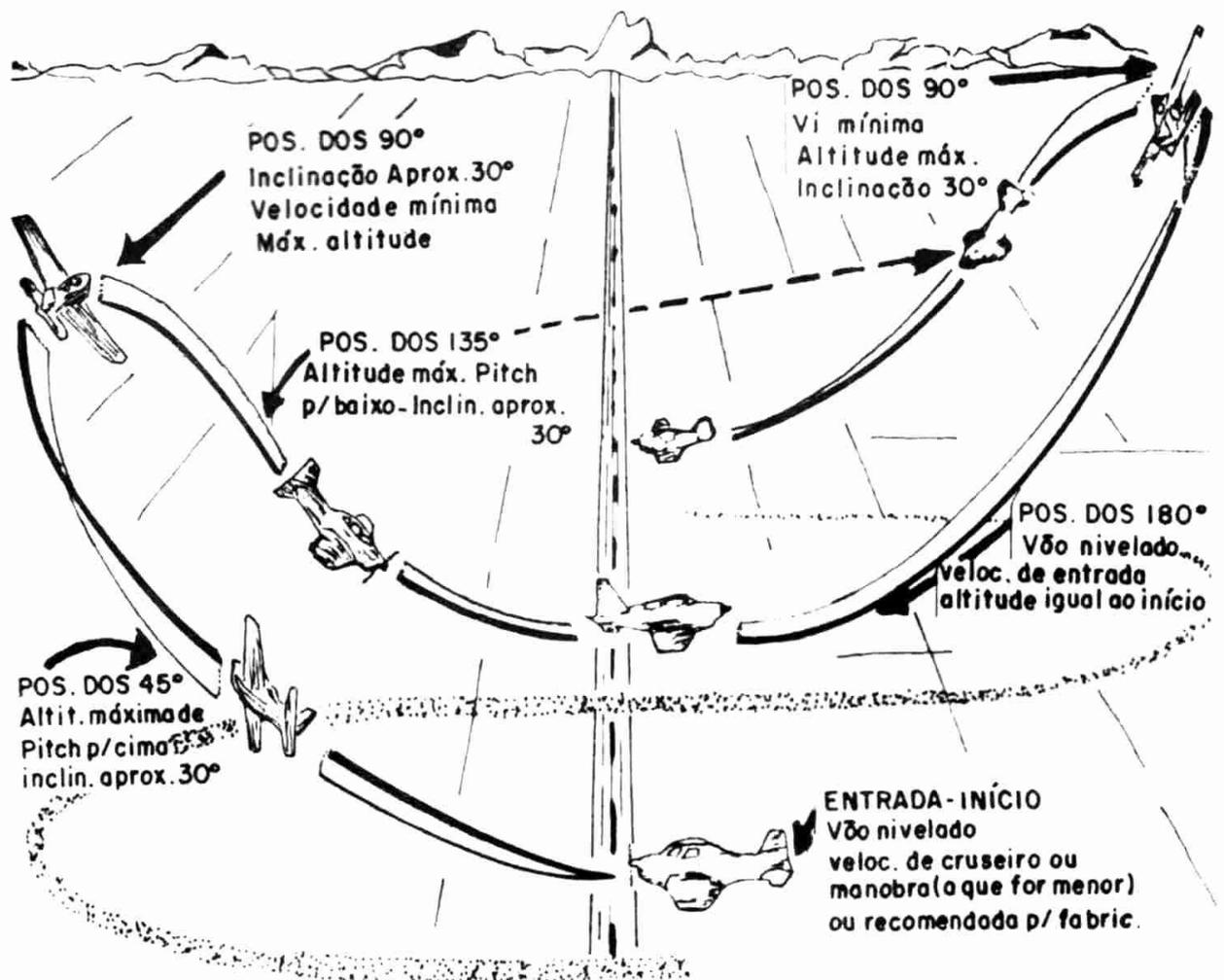


Figura 28 - Oito preguiçoso.  
Fonte: Prochaska (1994, p185.)

### 2.4.1.10 Oito cubano

O oito cubano ficou conhecido por esse nome, pois o Americano Len Povey em 1930, queria impressionar alguns oficiais cubanos, a fim de entrar na Força Aérea Cubana, e foi com esta manobra que ele conseguiu.

O oito cubano é feito com 5/8 de um looping, depois estabelecer uma linha a 45° do chão e invertendo a posição da aeronave, em seguida rolar lentamente o avião em uma linha imaginária novamente de 45° e puxar a aeronave para sair finalmente da manobra.

O oito cubano é comumente feito com 140 mph em uma aeronave acrobática de treino, 160 mph para uma aeronave intermediária e 170 mph na categoria *unlimited monoplane*.

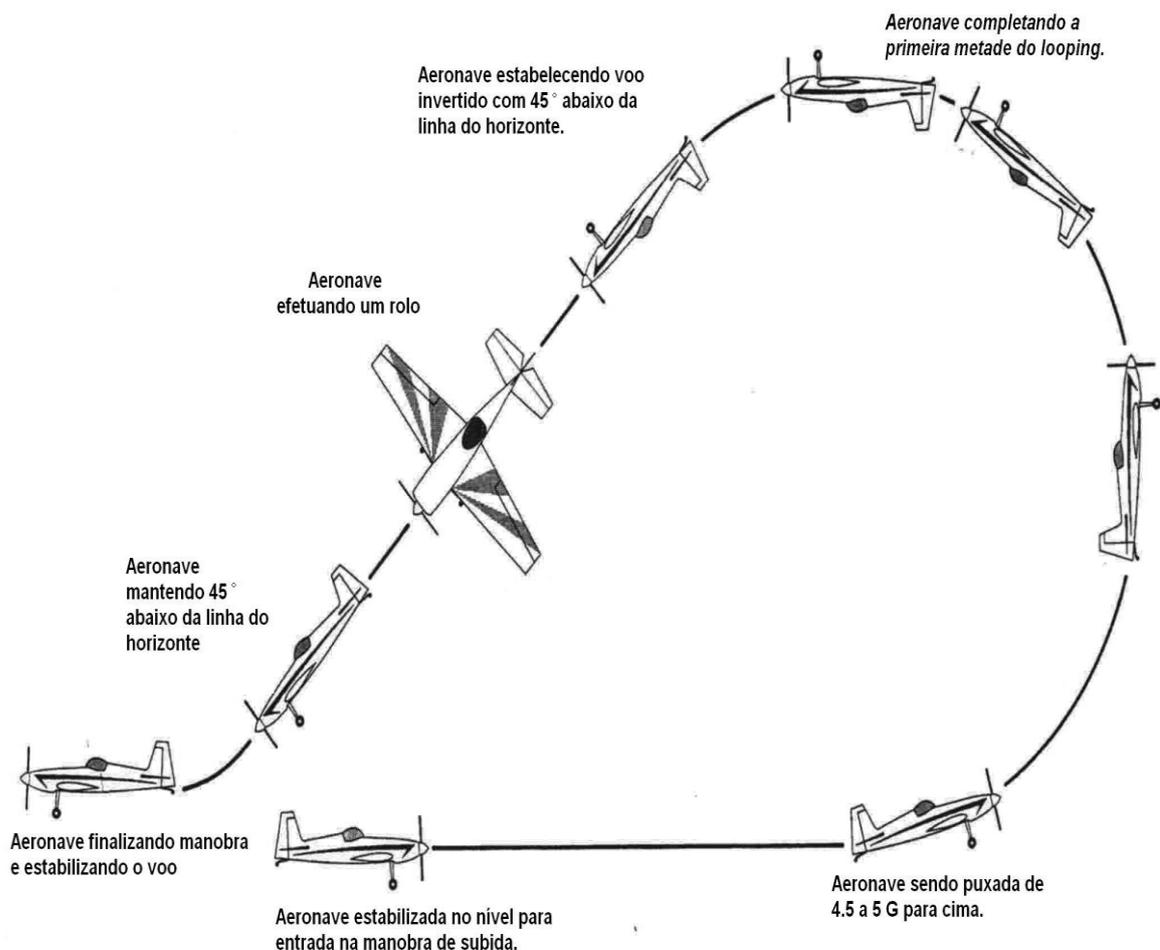


Figura 29 - Meio oito cubano.  
Fonte: Szurovy. Goulian. (1994.p 111.)

### 2.4.1.11 Oito cubano reverso

O oito cubano reverso é exatamente o reverso, ou seja, o oposto do meio oito cubano, voando duas vezes sucessivamente em posições opostas.

O oito cubano reverso é realizado comumente com 160 mph em uma aeronave acrobática de treino, 160 mph para uma aeronave intermediária e 180 mph na categoria *unlimited monoplane*.

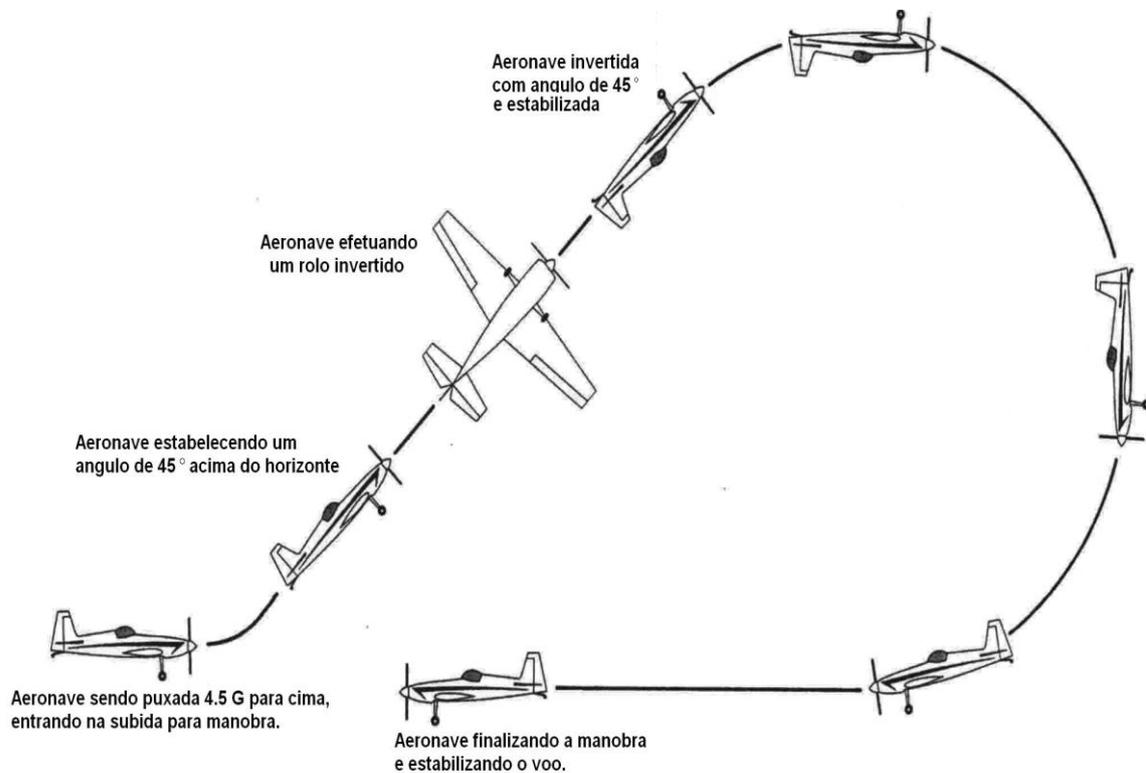


Figura 30 - Meio oito cubano reverso.  
Fonte: Szurovy. Goulian. (1994.p 117.)

### 2.4.1.12 Immelmann

A manobra de Immelmann consiste em puxar o manche para cima para efetuar um meio loop, e assim rolar lentamente a aeronave da posição

invertida.

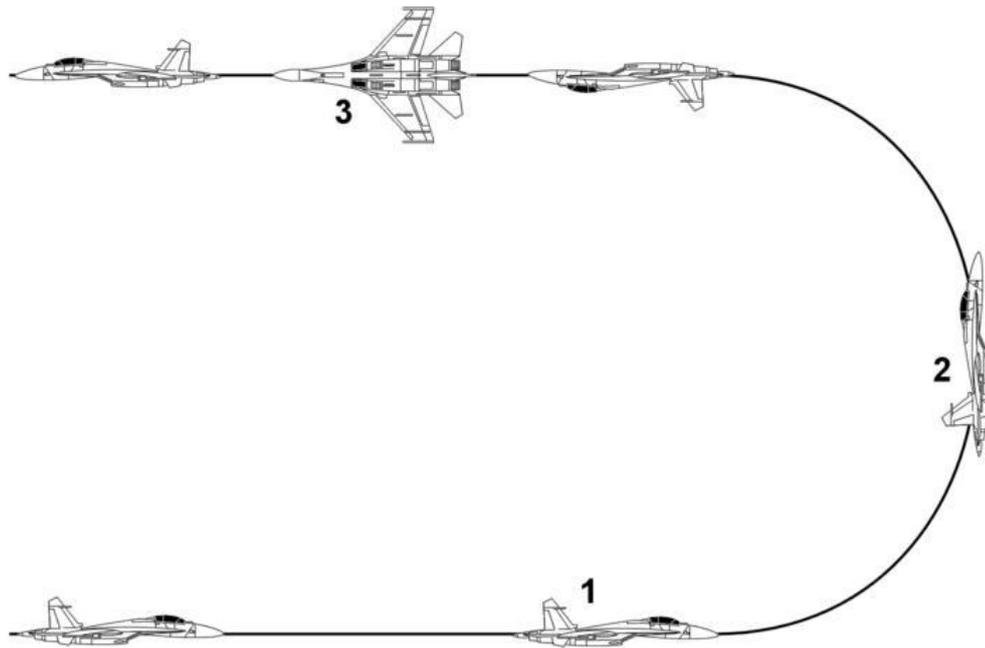


Figura 31 - Manobra de Immelmann, apresentada/demonstrada com um caça.

Fonte: A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”.

Essa manobra é comumente efetuada com 160 mph em uma aeronave acrobática de treino, 160 mph para uma aeronave intermediária e 180 mph na categoria *unlimited monoplane*.

#### 2.4.2 Manobras Acrobáticas Avançadas

É de costume que após o aprendizado das manobras básicas, o piloto passe a praticar as manobras avançadas, ou seja, manobras mais complexas, estas são usadas em competições aéreas, que nada mais são que misturas de manobras.

Entre as manobras avançadas existem o *Snap roll* (estalo de rolo), *Inverted snap roll* (estalo de rolo invertido), *tailslides*, *outside loops* (loops fora de lado), *inverted spins* (giros invertidos), *vertical rolls* (rolos invertidos), *knife-edge flight* (voo na faca), *square loops*, *rolling circle* e entre outras.

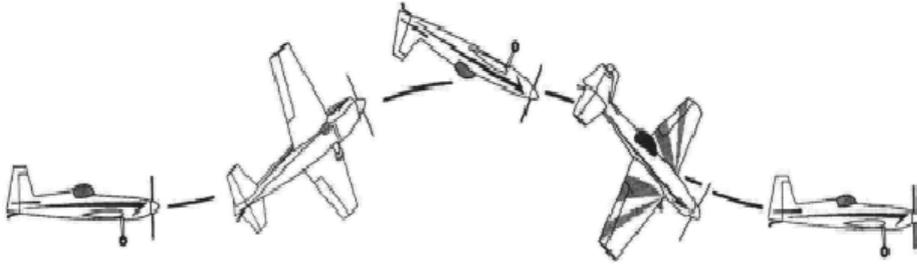


Figura 32 - *Snap roll* (estalo de rolo).  
 Fonte: Szurovy. Goulian. (1994.p 146.)

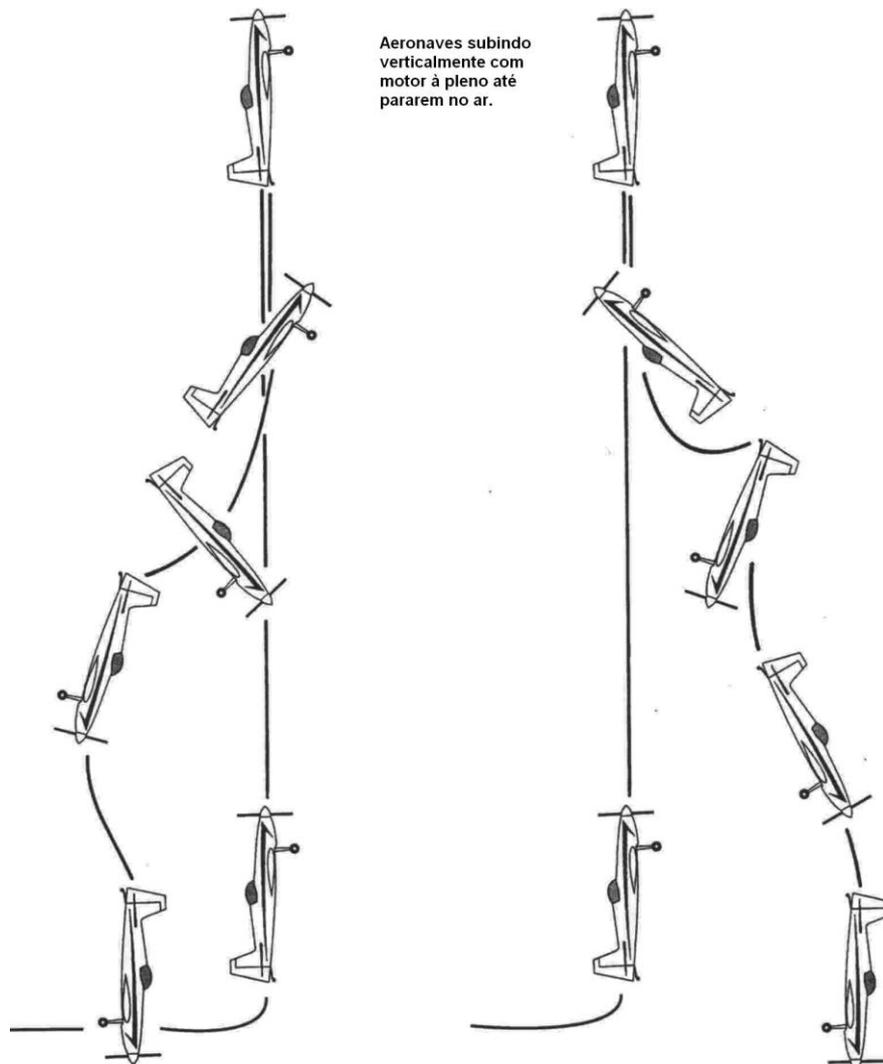


Figura 33 - Tailslides.  
 Fonte: Szurovy. Goulian. (1994.p 148.)

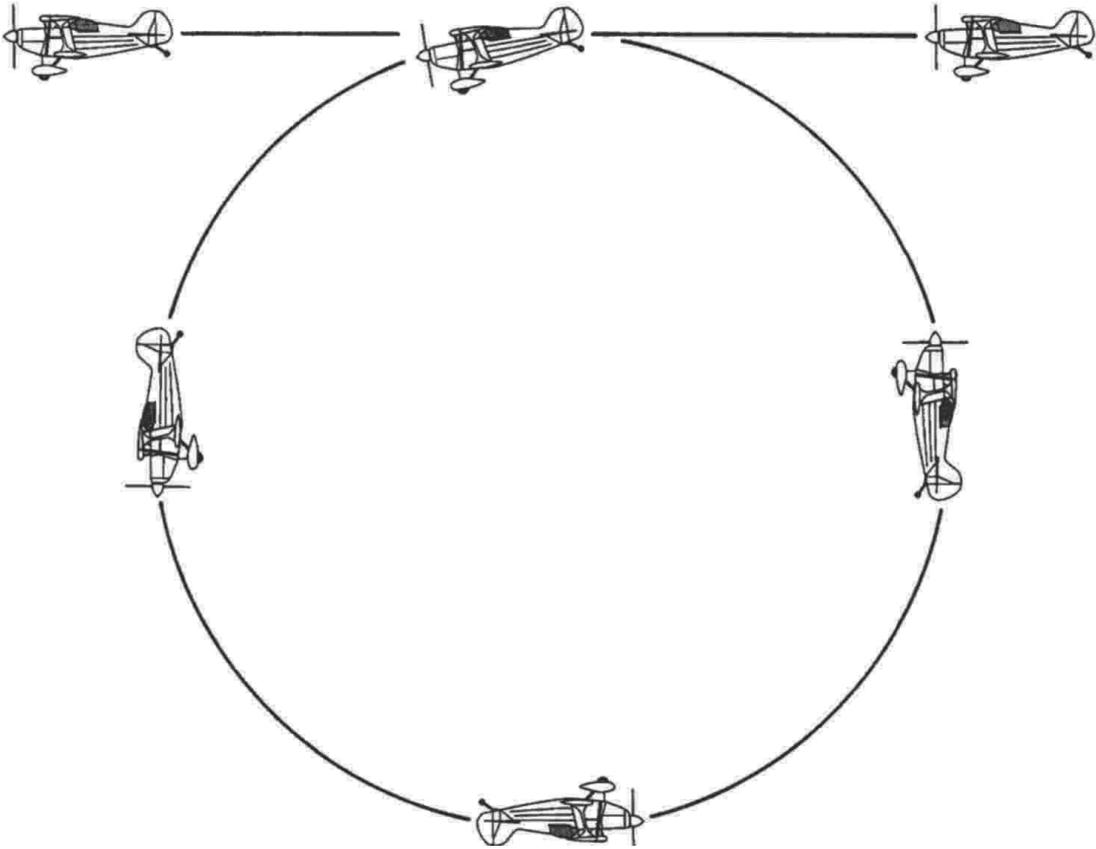


Figura 34 - *Outside loops* (loops fora de lado).  
Fonte: Szurovy. Goulian. (1994.p 149.)

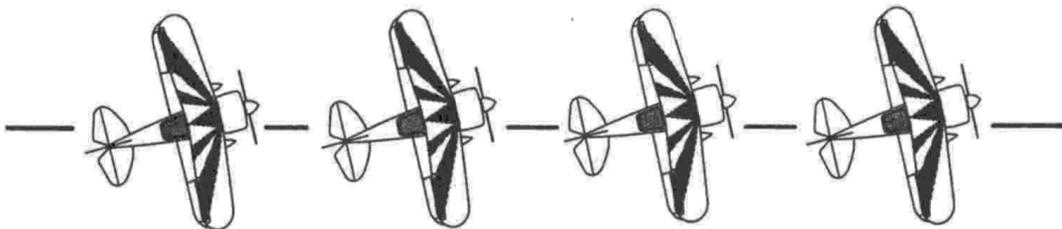


Figura 35 - *Knife-edge flight* (voo na faca).  
Fonte: Szurovy. Goulian. (1994.p 150.)

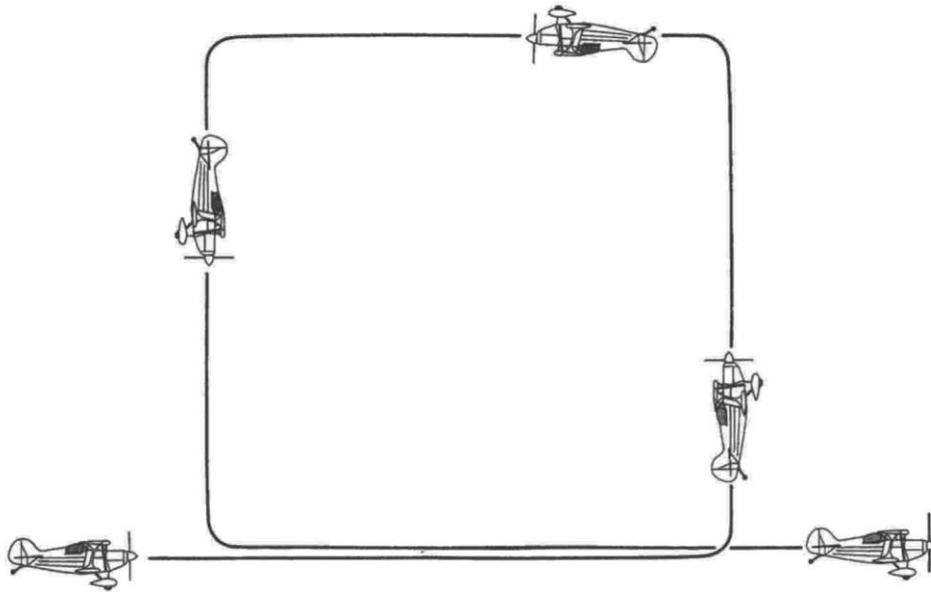


Figura 36 - *Square loop*. Uma das variações da manobra *challenging*.  
Fonte: Szurovy. Goulian. (1994.p 152.)

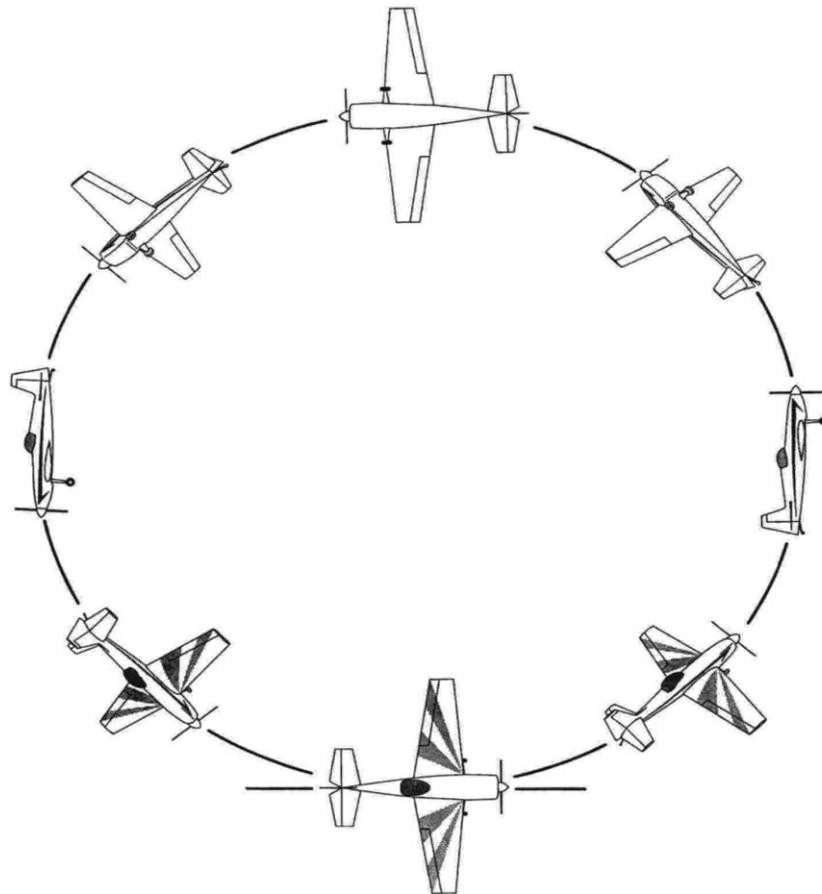


Figura 37 - *Rolling circle*. É a manobra acrobática mais difícil, onde a aeronave faz em círculo um rolo de 360° ao seu redor.  
Fonte: Szurovy. Goulian. (1994.p 153.)

Durante as competições aéreas são desenvolvidos trajetos e seqüências de manobras das quais o piloto ao realizadas corretamente acumulará mais pontos.

As acrobacias aéreas realizadas durante as apresentações da Esquadrilha da Fumaça formam diversas figuras por causa da junção de diversa manobras, e causam admiração ao publico dentre elas estão a: split, looping em leque, looping com desfolhado, looping coincidente com cruzamento lento, espelhão, DNA com duas voltas, cruzamento duplo, coração, break, bomba, bolota e o barril com 6 aeronaves com meio looping.

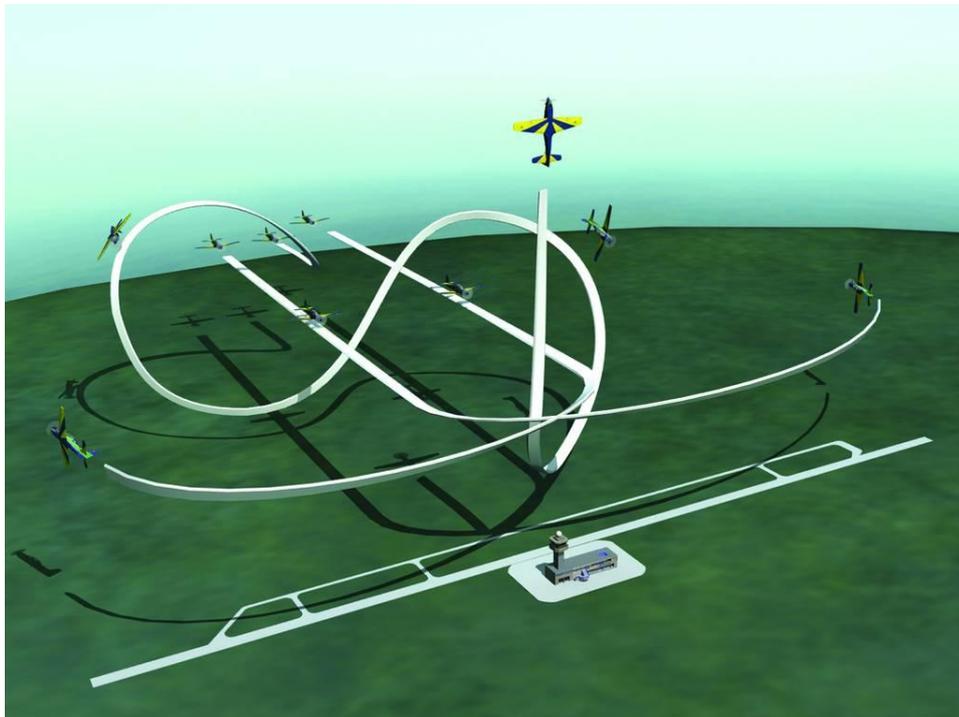


Figura 38 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Spit.  
Fonte: Manobras Esquadrilha da Fumaça

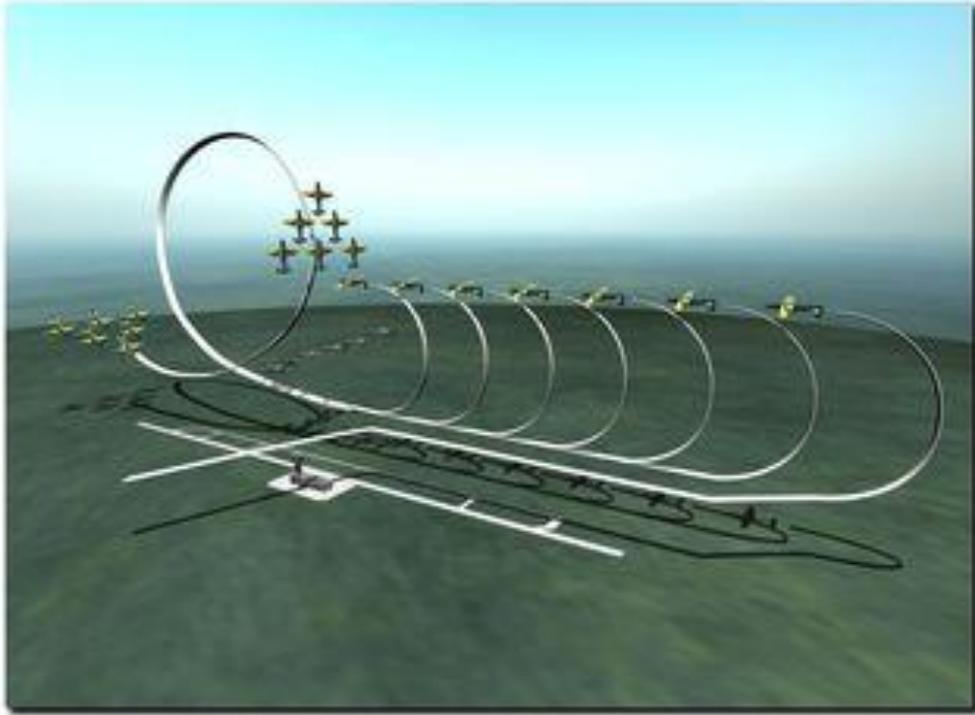


Figura 39 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Looping em leque.  
Fonte: Manobras Esquadrilha da Fumaça

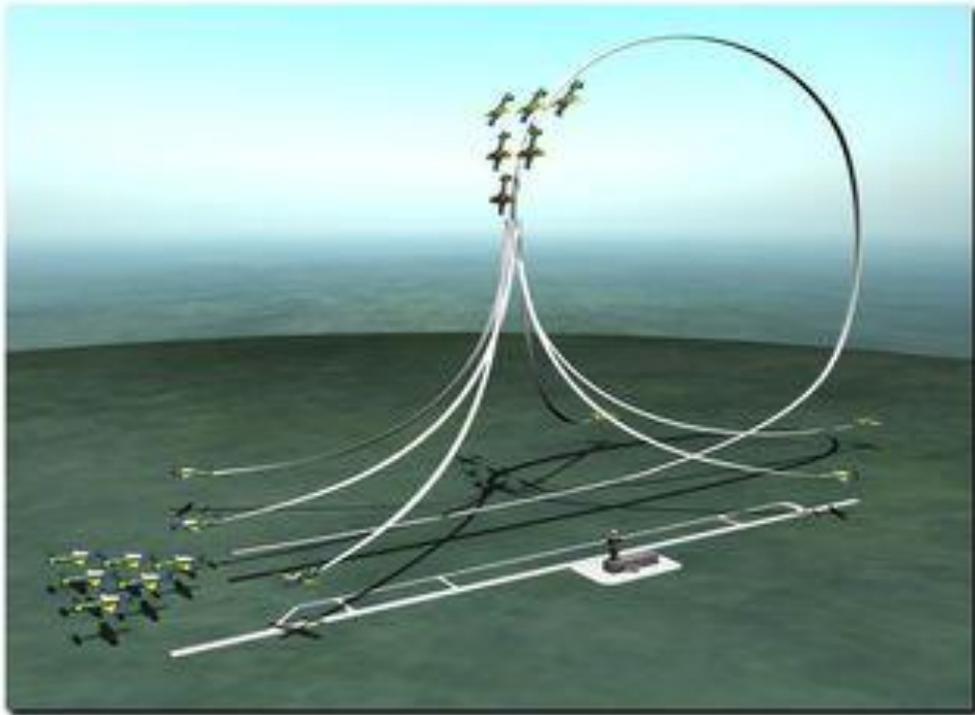


Figura 40 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Looping com desfolhado.  
Fonte: Manobras Esquadrilha da Fumaça

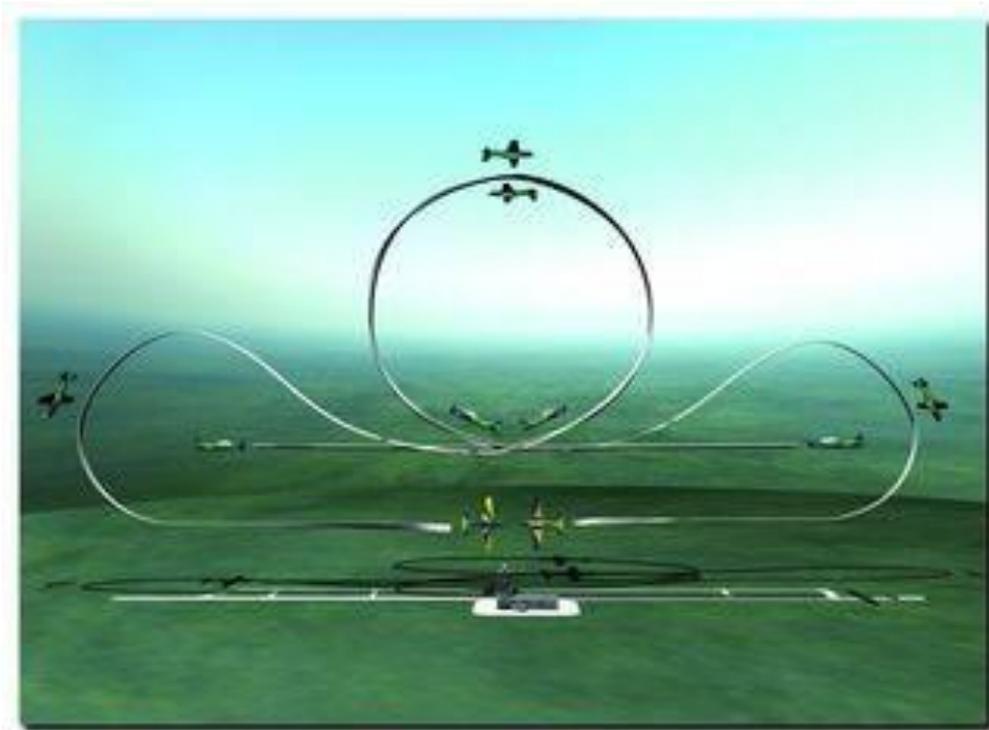


Figura 41 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Looping coincidente com cruzamento lento.  
Fonte: Manobras Esquadrilha da Fumaça

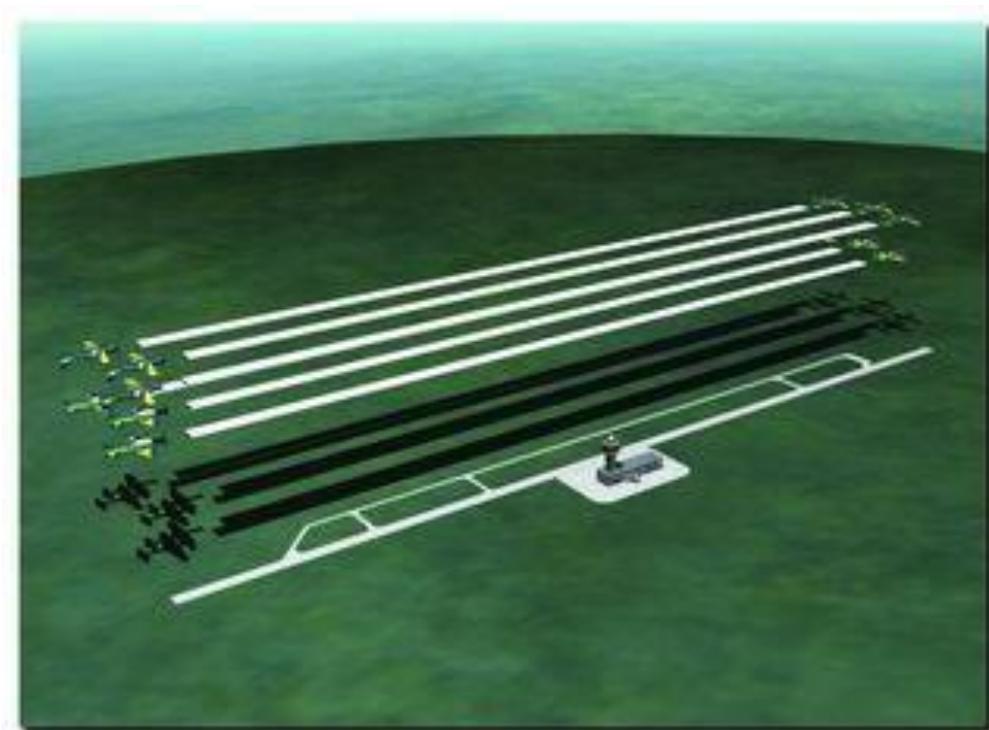


Figura 42 - Manobra com várias aeronaves denominada Espelhão lento.  
Fonte: Manobras Esquadrilha da Fumaça

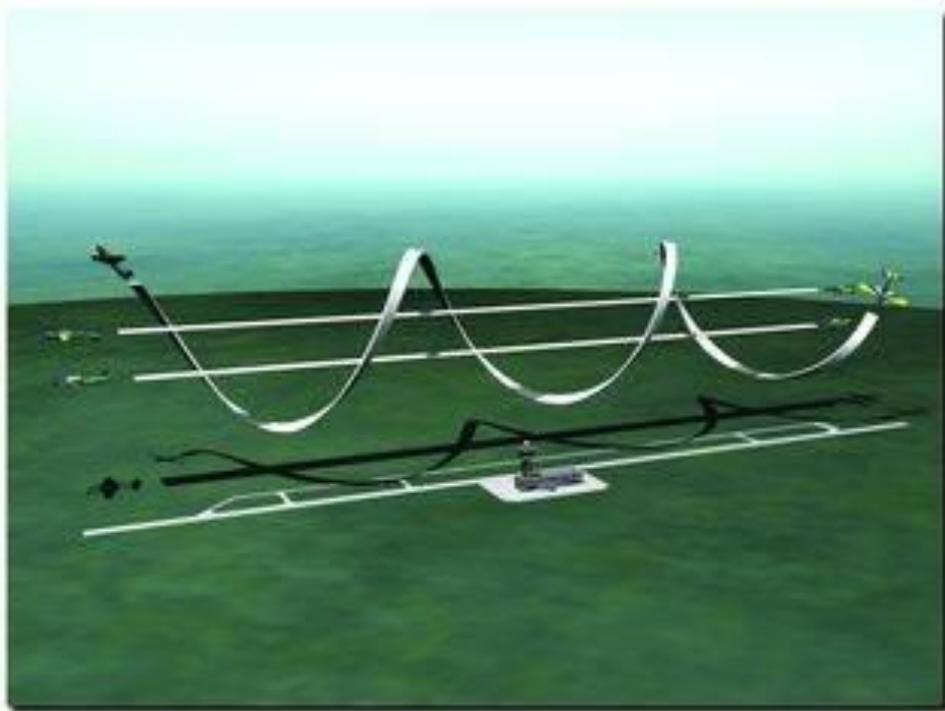


Figura 43 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada DNA com duas voltas.  
Fonte: Manobras Esquadrilha da Fumaça

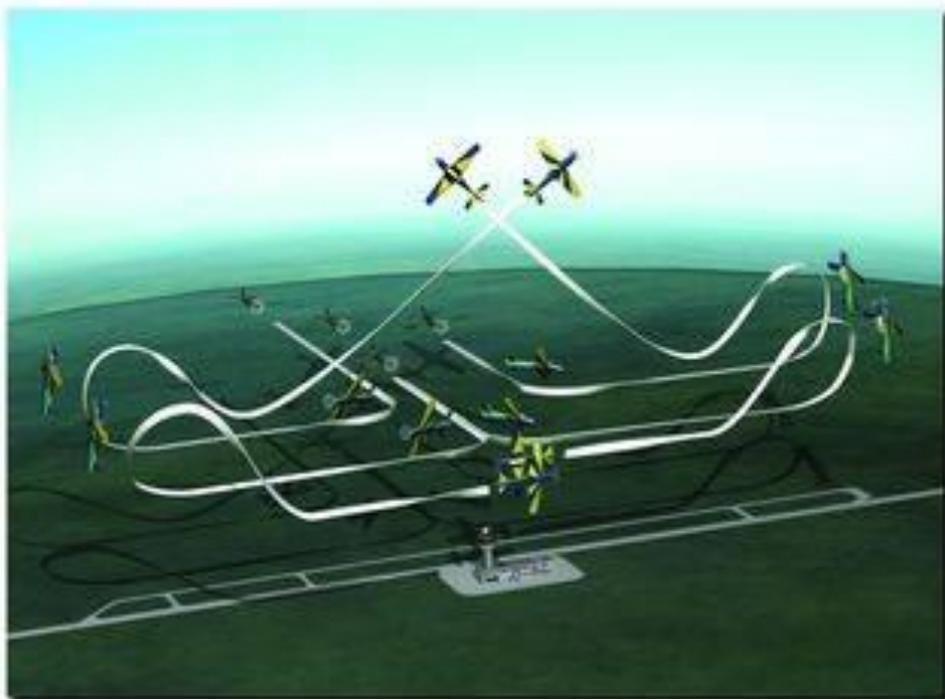


Figura 44 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Cruzamento duplo.  
Fonte: Manobras Esquadrilha da Fumaça



Figura 45 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Coração.  
Fonte: Manobras Esquadrilha da Fumaça



Figura 46 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Break.  
Fonte: Manobras Esquadrilha da Fumaça

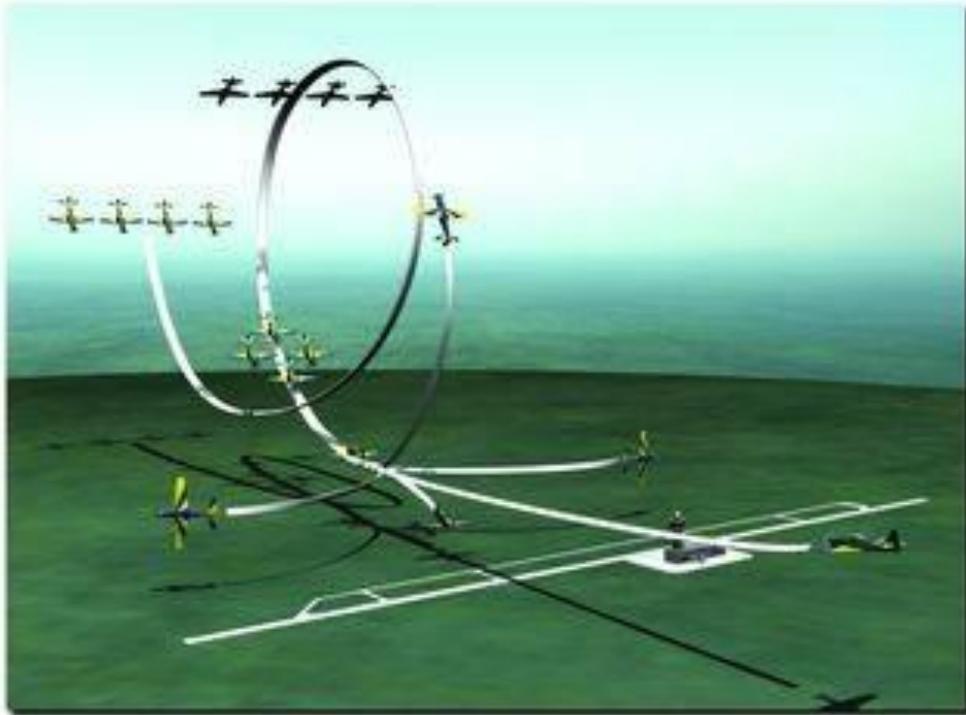


Figura 47 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Bomba.  
Fonte: Manobras Esquadrilha da Fumaça

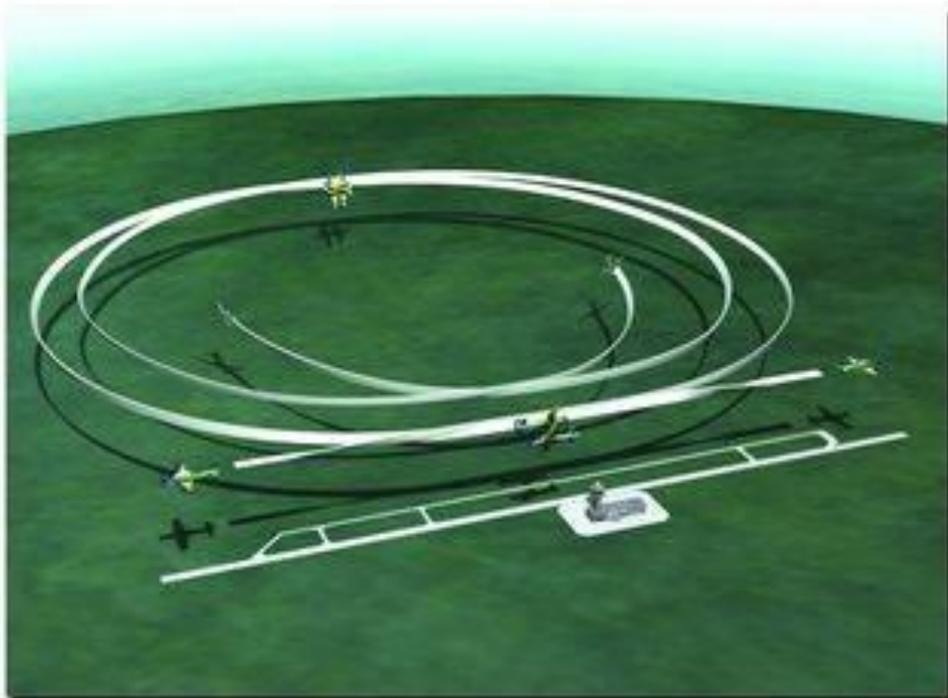


Figura 48 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Bolota.  
Fonte: Manobras Esquadrilha da Fumaça

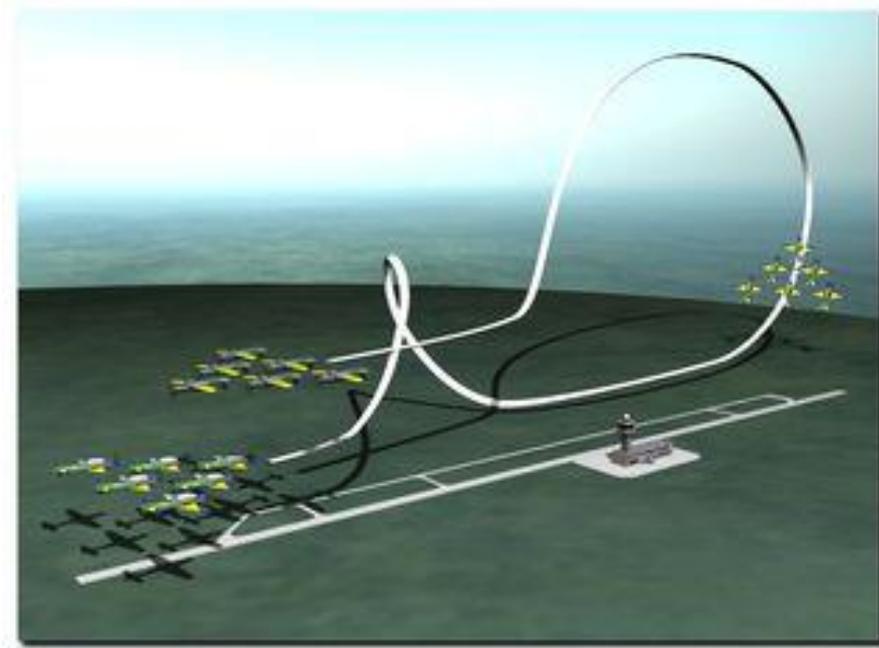


Figura 49 - Junção de manobras com várias aeronaves denominada Barril com seis aeronaves.  
Fonte: Manobras Esquadrilha da Fumaça

## 2.5 AERONAVES ACROBÁTICAS USADAS NA ATUALIDADE

### 2.5.1 Zivko Edge 540



Foto 2 - Zivko Edge 540.  
Fonte: Fs2005- Zivro Edge 540



Foto 3 - Zivko Edge 540.

Fonte: Caderno Especial Red Bull Air Race World Championship 2010.

É um das mais conhecidas aeronaves acrobáticas. Sua fama se deve por ser uma aeronave acrobática de Classe Avançada e por ter marcado presença desde 1990 no Red Bull Air Race World Series vencendo várias vezes na categoria Unlimited (ilimitada).

Essa aeronave é desenvolvida pela empresa Zivko Aeronautics, nos Estados Unidos da América.

Dados da aeronave:

Razão de subida: 3.700 pés por minuto

Cockpit: um piloto.

Asa: Construída de material composto de roll rate de 420°

Comprimento da asa (envergadura): 7,43 metros.

Area da asa : 9,87 m².

Comprimento de fuselagem: 6,31 metros

Altura: 2,8 metros

Tipo de Motor : um Lycoming AEIO-540; com 340 h.p.,

Sistema de injeção de combustível: Bendix

Hélice: Hartzell HC-C3YR-1AX1 ou HC-C3YR-4AX, composto.

Peso vazio: 530 Kg.

Combustível: tanque de fuselagem 72 litros de capacidade, tanque de asa 168 litros de capacidade

Peso máximo de decolagem: 817 Kg.

Peso máximo de decolagem acrobático: 710 kg

Velocidade de cruzeiro: 333 km/h.

Velocidade Máxima : 425 km/h.

Velocidade de estol: 92 km/h.

Taxa de rolo máxima: 420°/sec.

Fator carga: pela fábrica +-15G´s

Desempenho: taxa máxima de subida a 457 m, 1.189 metros por minuto (3,700 pés por minuto)

#### 2.5.2 MXS-R



Foto 4 - MXS-R.

Fonte: Caderno Especial Red Bull Air Race World Championship 2010.

A aeronave MXS-R foi criada com o propósito de ser a melhor aeronave acrobática americana. A fabrica deste avião investiu em uma estrutura chamada Toray, uma fibra resistente de carbono, que é utilizada comumente na NASA para dar uma resistência incomum.

A aeronave foi totalmente calculada por engenheiros que utilizaram um design e uma análise digital computadorizada afim de todas as peças e carenagens sejam milimetricamente produzidas para garantir um perfeito encaixe que torne a aeronave mais leve com pouco arrasto.

Dados da aeronave:

Asa: Construída de material composto de roll rate de 420graus

Razão de subida: 3.500 pés por minuto

Peso vazio: 571 kg

Peso máximo de decolagem acrobático: 725 kg

Capacidade de combustível no tanque acrobático: 220 litros

Capacidade de combustível no tanque de translado (asas): 295 litros

Velocidade máxima: 230 nós (425 km/h)

Velocidade de estol: 50 mp/h (92 km/h)

Envergadura: 7,32 metros

Comprimento: 6,50 metros

Fator Carga: pela fábrica +-14G's

Motor: Lycoming AEIO-540 ou 580, de 360 cavalos

### 2.5.3 Extra EA-300



Foto 5 - Extra 300.

Fonte: Caderno Especial Red Bull Air Race World Championship 2010.

É um monoplano próprio para acrobacias aéreas fabricado na Alemanha pela Empresa Extra Flugzeugbau, seu primeiro voo foi realizado em 1988.

O Extra 300 é baseado no Extra 230 um monoplano que foi feito que era feito de madeira, já o Extra 300 têm uma fuselagem de tubo de aço soldada coberta em alumínio e tecido.

O Extra 300 tem um ângulo de incidência da asa de zero grau, ou seja, nulo, o que provê desempenho igual em ambos, vertical e no voo invertido. O motor é um Lycoming AEIO-540 de combustível-injetado que produz 300 hp (horsepower).

O primeiro Extra 300 que possuía 2 assentos fez seu voo inicial no dia 6 de maio de 1988, e sua certificação de tipo alemã foi feita no dia 16 de maio de 1990. O extra de assento único vou somente em 1992.

O Extra 300 suportam entorno de 10 G com uma pessoa a bordo e 8 G com dois ocupantes.

Dados da aeronave:

Tripulação: um piloto

Capacidade: dois tripulantes

Comprimento: 6.95 m

Comprimento da asa: 7.39 m

Altura: 2.62 m

Área atingida: 10.44 m<sup>2</sup>

Tipo de aerofólio: simétrico

Peso vazio: 682 kg/ 1.500 lb

Peso carregado: 952 kg/2095 lb

Carga útil: 270 kg/595 lb

Peso máximo de decolagem: 952 kg/2095 lb

Motor: 1x Lycoming AEIO-540-L1B5 MT-hélice, hélice composta de 3 ou 4 lâminas, 224 kW (300 hp)

Capacidade de combustível: 52.7 galões americanos

Velocidade “nunca exceder”: 408 km/h (220 nós, 253 mph)

Velocidade de cruzeiro: 317 km/h (170 nós, 196 mph)

Velocidade de estol: 102 km/h (55 nó, 63 mph)

Gama: 944 km com combustível auxiliar

Teto máximo : 4875 m (16,000 ft)

Taxa de subida: 3200 ft/minuto

Taxa de rolo: 400 graus por segundo.

#### 2.5.4 Sukhoi Su-31



Foto 6 - Sukhoi Su-31.

Fonte: File Sukhoi su-31 jurgis kairys .jpg

O Sukhoi Su-31 é uma aeronave muito utilizada em show aéreos. É uma versão mais forte que a versão do Sukhoi Su-26.

Dados da aeronave:

Ocupantes: 1

Comprimento: 6.83 metros

Comprimento da asa: 7.80 m

Altura: 2.76 m

Área atingida: 11.83 m<sup>2</sup>

Peso vazio: 700 kg (1,543 libras)

Peso máximo de decolagem: 1,050 kg (2,315 lb)

Motor: 1 VEDENEYEV M-14PF, 294 KW (400 HP)

Velocidade "nunca exeder: 450 km/h (243 nós, 280 mph)

Velocidade máxima: 330 km/h (178 nós, 205 mph)

Velocidade de estol: 106 km/h (57 nós, 66 mph)

Gama: 1,100 km

Taxa de subida: 24 m/s (4,724 ft/min)

Fator de carga: 10G a 12G

Taxa de rolo: 7 rad/sec (401 graus/segundo)

#### 2.5.5 CAP 230,231e 232



Foto 7 - CAP 232.  
Fonte: CAP 230

O CAP 230 foi projetado em 1985 para a força aérea francesa. Ele possuía uma construção em madeira e é era para suportar 10G positivo e 10G negativo.

Uma nova versão do Cap 230 surgiu em 1994 era o Cap 231, este já foi projetado em fibra de carbono, visando maior durabilidade.

Já a mais recente versão só viera a ser produzido mais tarde era o CAP 232.

Todos os modelos dessa geração de aeronaves acrobáticas são utilizadas até os dias atuais.

Dados da aeronave:

Tripulação: um

Comprimento: 6.75 m

Comprimento da asa: 8.80 m

Altura: 1.90 m

Área atingida: 9.86 m<sup>2</sup>

Tipo de aerofólio: V16F

Peso vazio: 630 kg (1,389 lb)

Peso carregado: 730 kg (1,609 lb)

Peso máximo de decolagem: 820 kg (1,807 lb)

Motor: 1x Lycoming AEIO-540-L1 B5D, 224 kW (300 hp)

Velocidade “nuca exceder” : 400 km/h (216 nós, 248 mph)

Velocidade máxima: 330 km/h (178 nós, 205 mph) a nível de mar

Velocidade de cruzeiro: 300 km/h (162 nós, 186 mph) (75% potência )

Velocidade de estol: 90 km/h (49 nós, 56 mph)

Gama: 360 km (194 nmi, 223 mi)

Taxa de subida: 16 m/s (3,150 ft/m)

G-carga: +10; -10G

Taxa de rolo a 300 km/h (161 nós, 186 mph): 270 graus/s

Combustível: 65 L (17.2 galões americanos)

#### 2.5.6 EMB-312 (T-27 Tucano)



Foto 8 - EMB-312 (T-27 Tucano).

Fonte: Picture of the Embraer T-27 Tucano (EMB-312) aircraft

O EMB-312 T-27 Tucano foi criado a fim de substituir os jatos Cessna T-37, e seu protótipo voou pela primeira vez em agosto de 1980. Em setembro de 1983, as primeiras unidades já eram entregues à Força Aérea - com a designação T-27 para treinamento e AT-27 para configuração armada. Sua cabine é similar a de um caça e visa a familiarizar o Cadete, a este tipo de aeronave.

Também exportados para outros países o Tucano faz parte das forças Aéreas da Argentina, Colômbia, Egito, França, Honduras, Irã, Iraque, Paraguai, Peru, e Venezuela.

Dados da aeronave:

Motor: Pratt & Whitney Canada PT6A-25C de 750 shp

Velocidade Máxima: 448 km/h

Velocidade de Cruzeiro: 319 km/h

Teto de Serviço: 9.144 m

Alcance: 2.055 km

Altura: 3,40 m

Superfície alar: 19,40 m<sup>2</sup>

Envergadura: 11,14 m

Comprimento: 9,89 m

Peso Vazio: 1.810 kg

Peso Máximo de Decolagem: 3.175 kg

Razão de subida: 810 m/min

Armamento: 4 pilones sob as asas podendo carregar casulos de metralhadoras 12,7mm, foguetes e bombas.

## 2.6 SAÚDE DO PILOTO NO VOO ACROBÁTICO

Durante manobras acrobáticas o piloto sofre a influência constante da força gravitacional. Uma pessoa que pesa 180 libras imposta à 1 G normal, por exemplo, quando imposta à 8 G condicionará seu peso à 1.440 libras. O que torna um desafio qualquer esforço que o piloto venha realizar durante o voo. Sendo assim é preciso que os pilotos que pretendem efetuar tais manobras estejam preparados e acostumados com diversos efeitos dessa força, que inicia o deslocamento do sangue e dos órgãos internos.

Para minimizar os mais diversos efeitos da força da gravidade como: desconforto, dor de cabeça, tontura, enjoos, fadiga, cefaléia, euforia, e até mesmo pode levar o piloto ao estado de inconsciência durante um voo; é preciso que este passe pelos mais diversos procedimentos e treinamentos.

Fisiologicamente cada piloto possui uma diferente adaptação ao estresse sofrido durante os voos e toda manobra terá um efeito decrescente, assim o corpo do piloto estará cada vez melhor preparado para lidar com as forças de aceleração conforme um treinamento adequado.

O efeito da força G. também depende de toda fisiologia humana do piloto, como a anatomia esquelética, a arquitetura cardiovascular, o sistema nervoso, “a qualidade do sangue”, o estado físico geral e também seu estado emocional.

O piloto acrobático também deve consultar constantemente um médico especialista em medicina aeroespacial para ver o seu estado de saúde, pois uma condição física precária pode reduzir drasticamente sua tolerância à força de aceleração gravitacional.

Segundo Lenira T. PESSOA, 1992, autora do livro Medicina de

Aviação, o aeronauta ou tripulante deve sempre ter sua alimentação acompanhada por um médico especialista em nutrição ou medicina aeroespacial, pois é de grande importância que este tenha uma dieta mais rica em hidratos de carbono (carboidratos), ou seja, massas e doces, do que em proteínas (carnes) e que esta seja pobre em lipídios. A dieta do aeronauta deve ser dessa forma, pois os carboidratos são energéticos e liberam glicose no organismo sendo assim há maior “combustível” para trabalho físico e mental num ambiente propício à hipóxia, sendo esse o ambiente de trabalho do aeronauta. A dieta do piloto não deve conter alimentos que quando metabolizados liberam gases no organismo como o caso de couve, pepino, cebola, ovo, feijão, couve-flor, milho, alimentos condimentados e dentre outros carnes muito fibrosas; o piloto deve evitar também bebidas alcoólicas, gaseificadas, medicamentos efervescentes e bebidas preparadas em liquidificador como no caso o milk-shake.

O motivo pelo qual deve ser evitado os tipos de alimentos e bebidas citados à cima deve-se à diminuição da pressão atmosférica, o que ocorre no avião, dessa forma os gases dentro do sistema digestivo se dilatam e causam grandes desconfortos abdominais. O tripulante não deve se esquecer de que ele deve se manter constantemente hidratado, sua dieta deve contar no mínimo três litros de líquidos diários; divididos em água, sucos de frutas e leite. Essa dieta deve ser respeitada até mesmo nos dias de folga.

O piloto também deve tomar cuidado com sua exposição constante ao ruído e vibrações, cuja exposição prolongada irá comprometer drasticamente sua acuidade visual e auditiva, podendo também afetar o sistema neuromuscular e o vascular.

O avião dificilmente será totalmente silencioso sendo assim deve-se respeitar as jornadas de trabalho que pode se desrespeitadas levar o organismo à fadiga e estresse.

## 2.7 ESTUDO DE CASOS DE ACIDENTES ENVOLVENDO AERONAVES E MANOBRAS ACROBÁTICAS REALIZADAS EM AERONAVES NA DÉCADA DE 90.

### 2.7.1 Estudo de Caso Aeronave P.56C Modificada

A Aeronave P.56C Modificada, de matrícula PP-GTC decolou do Aeródromo de Belém Novo no Rio Grande do Sul, às 15:00P do dia 8 de setembro de 1990, com o intuito de fazer um voo de instrução, onde seriam realizadas manobras de grande inclinação, parafuso e estol.

O aluno possuía pouca experiência (apenas 27 horas de voo), e estava afastado do voo a mais de dois meses, pois não apresentava regularidade nas aulas, além de apresentar comportamento bruscos perante os comandos de voo.

O instrutor possuía 398 horas de voo (um piloto relativamente novo na aviação) e possuía reflexos lentos.

Foi constatado que a aeronave fora preparada inadequadamente pelo instrutor de voo (segundo o CENIPA), sem levar em conta o tipo das manobras a serem realizadas na aeronave em questão a mesma fora abastecida além dos limites recomendados para a decolagem desse tipo de avião.

A aeronave apresentava modificações, como o serviço de soldagem e rebiteagem do manche traseiro, polainas nos trens de pouso além de outras modificações.

O Aero clube do Rio Grande do Sul fora informado da queda de uma aeronave o leito do Rio Guaíba às 15:45P. A queda da aeronave veio a ocorrer por causa da mesma ter entrado na manobra denominada parafuso chato. A hipótese de causa do acidente pode ser explicada de duas maneiras:

- Ocorreu uma entrada inadvertida em parafuso chato, ou seja, durante os treinamentos de estóis, o aluno, permitiu que a aeronave entrasse em estol inadvertidamente. Sendo assim com as configurações pela qual a aeronave se encontrava o piloto pode ter interferido no voo de forma agressiva e provocou a quebra do manche traseiro, reduzindo as chances de recuperação do voo.

- Ou pode ter ocorrido uma entrada comandada em parafuso, ou seja, devidos as modificações feitas na aeronave, à mesma viera a entrar em um parafuso chato, ao invés de um parafuso normal, ocasionando assim a colisão com o rio.

Os dois tripulantes morreram com a colisão da aeronave no Rio Guaíba e a aeronave com o impacto sofreu perda total.

### 2.7.2 Estudo de Caso Aeronave AB-115 (Aeroboero)

A Aeronave AB-115 (Aeroboero), de matrícula PP-FGE decolou com notificação de voo, no dia 7 de junho de 1992, para o setor norte do Aeroporto Arthur Siqueira de Bragança Paulista em São Paulo, com o intuito de fazer um treinamento para manutenção operacional.

Após a decolagem a aeronave começou a realizar manobras acrobáticas sobre o aeródromo, com voos rasantes.

A aeronave veio a colidir com um dos hangares do aeroporto quando realizava uma passagem á baixa altura.

O piloto sofreu ferimentos graves, duas pessoas que estavam perto do hangar sofreram ferimentos leves e a aeronave ficou totalmente destruída.

Após o acidente constatou-se que o piloto encontrava-se com 1,8 g/l de concentração de álcool na corrente sanguínea, considerando o piloto com embriaguez psicótica.

### 2.7.3 Estudo de Caso Aeronave T-6D

A Aeronave T-6D, de matrícula PT-KUX, realizava um voo de acrobacias aéreas, no dia 1 de maio de 1994, em Turmalina no Estado de Minas Gerais, com o intuito de festejar o dia do trabalhador.

O piloto possuía o Certificado de Piloto Desportista (CPD) e estava habilitado a realizar acrobacias somente em situações não caracterizadas como demonstração aérea. As restrições legais do piloto eram de conhecimento da ACRO (Associação Brasileira de Acrobacia Aérea), que impediu anteriormente o piloto de realizar manobras no avião do aeroclube, mas não tivera com impedir deste realizar manobras em sua própria aeronave.

O piloto normalmente realizava o treino de manobras de maneira muito inconstante e não aceitava receber instruções formalmente, apresentando um aspecto psicológico com tendências à impulsividade, à improvisação e descaso com a operação, o que veio a contribuir para a consumação de um acidente.

Durante a apresentação de manobras acrobáticas na cidade de Turmalina, o piloto passara sobre uma praça e em seguida seguira para uma região mais baixa da cidade, onde efetuou dois *looping* consecutivos e um *tunneaux* de quatro tempos, após essa manobra a aeronave subiu na reta e realizou uma curva de reversão pela esquerda, onde a mais de 90° de inclinação e no topo da manobra, entrou em estol, girou para a direita cerca de 30°, conseguiu tomar a posição asas niveladas porém encontrando-se muito baixo, por causa do lado da cidade em que aeronave encontrava-se agora era cerca de 300ft acima das passagens feitas anteriormente no lado mais baixo da cidade, e a aeronave veio a se chocar com um edifício. O piloto faleceu e a aeronave ficou destruída com o impacto.

#### 2.7.4 Estudo de Caso Aeronave CESSNA-310 Q e da Aeronave CESSNA-182 P

A aeronave CESSNA-310 Q e a aeronave CESSNA-182 P, de matrícula respectivamente PT-IJA e PT-ISM, participavam das comemorações do aniversário do Aeroclube de Lages em Santa Catarina, no dia 18 de maio de 1997.

Os serviços de manutenção das aeronaves estavam adequados, mesmo a considerando que a aeronave PT-ISM não estava com os serviços de manutenção periódicos.

Os aspectos psicológicos, segundo investigações da CIAA, verificou-se uma imaturidade do piloto do PT-IJA, essa característica podem ter contribuído para que o piloto não considerasse normas de segurança e efetuar manobras das quais ele não era qualificado, além de ter permitido o embarque de passageiros acima da limitação da aeronave, o que pode revelar traços de sua auto-confiança e poucos aspectos de preocupação com a segurança operacional (as presenças de familiares pode ter dado ênfase a tais características do piloto).

Constatou-se também que o aeródromo de Lages não possuía uma radio, que preste informações de voo, sendo assim todas as aeronaves que estiverem na área devem manter contatos bilaterais afim de manter maior controle de suas ações e de manobras realizadas.

Quando a aeronave PT-IJA informou à radio que iria realizar uma passagem baixa, a radio avisou a todas as aeronaves do circuito, ao receber um

“ciente” das mesmas, solicitou que a aeronave PT-IJA alongasse a perna do vento na qual se encontrava, afim de prover uma separação mais segura. Nesta situação caberia ao piloto do PT-IJA estabelecer um contato com a aeronave PT-ISM, a qual se encontrava decolando. Esse procedimento tornaria segura sua manobra e facilitaria a recuperação da mesma. Os fatos indicam que a recuperação da manobra feita pela aeronave PT-IJA fora muito acentuada, o que vem encontro as características pessoais de seu piloto, fizeram assim que a aeronave efetuasse uma cabragem acentuada da aeronave após a passagem baixa, como se vê em várias manobras de acrobacia aérea, atividade da qual o piloto não era qualificado.

Ao piloto efetuar essa recuperação, com força G elevada, acrescido da posição do sol no momento, o piloto pode ter tido sua capacidade de visualização de algum alvo reduzida e assim viera a se chocar com a aeronave PT-ISM o qual realizava a decolagem.

Os destroços das aeronaves se espalharam num raio de 150 metros, no qual encontrava um bairro.

A comissão organizadora apesar de realizar um briefing relativo à atividades aéreas, deixou de orientar os pilotos que se envolveram no acidente, o que possivelmente contribuiu para o acidente.

Os oito ocupantes do PT-IJA e os quatro do PT-ISM faleceram no local, uma moradora do bairro atingido pelos destroços veio a falecer pois o corpo do piloto da aeronave PT-ISM caiu sobre a mesma.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho é de cunho descritivo qualitativo, abordando as seguintes variáveis: origem da segurança de voo, filosofia e normas da segurança de voo, a correlação do desenvolvimento da aviação militar com a Segunda guerra Mundial, manobras acrobáticas, aeronaves acrobáticas utilizadas na atualidade e a saúde do piloto no voo acrobático . Para (Cervo, et al. 2007, p. 61), afirma que:

“ A pesquisa descritiva observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos (variáveis) sem manipulá-los. Procura descobrir, com a maior precisão possível a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e conexão com outras, sua natureza e suas características”

Para Oliveira, 2004, p.116, pesquisa qualitativa justifica-se: “o fato de o tratamento qualitativo de um problema, que pode até ser uma opção ao pesquisador, apresentar-se de forma adequada para entender a relação de causa e efeito do fenômeno e conseqüentemente chegar à sua verdade e razão”.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o intuito de levantar e discutir as principais fontes primárias e secundárias relacionadas com o tema, tais como: livros, periódicos, normas e regulamento da ANAC e revistas, utilizando-se da rede mundial de computadores – internet, junto aos sites e bancos de dados, especializados sobre o assunto.

“Normalmente o levantamento bibliográfico é realizado em bibliotecas públicas, faculdades, universidades e, especialmente, naqueles acervos que fazem parte do catálogo coletivo e das bibliotecas virtuais”. (Oliveira, 2004 p.119).

Foi realizada uma pesquisa de campo, entrevistando o Coronel Aviador R1 Humberto Sérgio Cavalcante Marcolino, com a intenção de melhor fundamentar a pesquisa bibliográfica realizada durante o trabalho e ao mesmo tempo observar se os procedimentos de segurança no voo nas acrobacias são realmente seguidos no dia-a-dia do piloto acrobático, para tanto será utilizado um instrumento de coleta na forma de uma entrevista.

Como afirma (Oliveira, 2004, p.124). “Pesquisa de campo consiste

na observação dos fatos, tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados e no registro de variáveis presumidamente para posteriores análises”.

### 3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1.1 COLETA DE DADOS

Foi feita entrevista com um especialista na área, com enfoque na aviação militar.

#### 3.1.2 Apresentação dos resultados

Houve a apresentação associando as respostas obtidas do entrevistado com a bibliografia levantada durante o trabalho.

#### 3.1.3 Discussão dos resultados

Foi feita através de comentários, análises das observações da entrevista com relação ao trabalho apresentado.

#### 3.1.4 O estilo da redação

A redação adotou o estilo de progressão de idéias, associando a literatura consultada com as informações técnicas fornecidas pela pesquisa de bibliográfica.

## 4 DISCUSSÃO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Foi realizada entrevista com Coronel Aviador R1 Humberto Sérgio Cavalcante Marcolino. A entrevista, na íntegra, é apresentada a seguir:

**Desire: Quais manobras são feitas no curso inicial de acrobacias aéreas?**

Coronel Humberto: Primeiramente são realizadas as manobras básicas como: looping, reversão, tuno lento, tuno barril, curva de Immelmann, trevo e oito cubano; posteriormente vem as séries acrobáticas onde todo o esquadrão faz a mesma manobra, por fim vêm a série na qual o piloto cria sua manobra.

**Desire: Quais são os procedimentos de segurança adotados nesse curso inicial?**

Coronel Humberto: Primeiro são observados todos os limites do envelope da aeronave, pois durante as acrobacias não deve ser excedido os limites em relação à gravidade, velocidade, rotação da hélice conforme consta no manual da aeronave. Depois em todas as acrobacias é preparada a aeronave e uma observação do espaço aéreo ao redor da aeronave onde se aproveita para marcar referências para fazer as manobras.

**Desire: No treinamento inicial, qual é o tamanho do Box acrobático adotado para limitar o espaço de voo?**

Coronel Humberto: No treinamento ainda não existe Box, o que existe é uma aérea de treinamento com limites laterais, identificado pela geografia do terreno, e o limite de base (superfície).

**Desire: É necessário fazer uma preparação física do piloto pra executar manobras acrobáticas? Caso positivo, em que consiste essa preparação?**

Coronel Humberto: Sim. No caso do militar é feita a ginástica caristêmica normal, além de exercícios aeróbicos (corrida) e exercícios para fortalecer a musculatura.

**Desire: Quais as condições meteorológicas mínimas para se executar o treinamento básico de acrobacia?**

Coronel Humberto: Condições visuais, o teto e a visibilidade devem estar dentro da área de treinamento que envolve a manobra. Nunca se deve entrar em voo instrumento, só é realizada a manobra no voo visual. A Esquadrilha da Fumaça realiza demonstrações com mal tempo, mas sempre efetuando somente manobras horizontais dentro do teto de visibilidade limite (em condições visuais).

**Desire: Na execução de acrobacias em formatura, quais são os procedimentos de segurança adotados?**

Coronel Humberto: São executadas considerando as aeronaves como se fossem uma só, com uma divisão clara e definida do papel de cada piloto em cada avião. Por exemplo, em um *looping* realizado por duas aeronaves a aeronave líder é responsável pela execução da manobra nas velocidades previstas e dentro dos limites para ambos os aviões. A aeronave ala conduzirá o voo olhando o tempo todo para a aeronave líder mantendo as distâncias e referências.

**Desire: O voo de acrobacia causa algum estresse físico ou mental?**

Coronel Humberto: Causa um desgaste físico e mental, principalmente o voo em formatura, que é mais difícil de ser realizado e bem mais desgastante. Entretanto, este voo também causa sensações de prazer e alegria, por voar imitando um pouco os pássaros.

**Desire: Executar acrobacias aéreas em aeronaves à jato implica em menos segurança que executar em uma aeronave à hélice?**

Coronel Humberto: Não. A única diferença é a velocidade de execução das acrobacias, pois nas aeronaves à jato as velocidades são maiores o que exige um raciocínio mais ágil.

**Desire: Em relação à alimentação, o piloto acrobático tem uma alimentação diferenciada a do piloto convencional?**

Coronel Humberto: Não. A alimentação é normal, mas que evite alimentos pesados e gasosos.

**Desire: A parte de segurança de voo é dada maior ênfase quando se trata de uma aeronave acrobática?**

Coronel Humberto: Sim. A aeronave acrobática explora mais os limites operacionais e o envelope de voo do avião, conseqüentemente o desgaste em geral é mais acentuado, obrigando um maior rigor com todos os itens de segurança.

Conforme foi discutido na entrevista pode-se observar que a realidade da segurança de voo na aviação acrobática, não veem a se contrapor com a realidade abordada durante o trabalho, onde o piloto acrobático tenta controlar na maneira do possível os riscos ao cumprir normas e padrões a fim de garantir sua própria segurança além da segurança do pessoal em terra.

A discussão ocorreu de forma a superar expectativas, sendo que esta apresentou fatos curiosos como a Esquadrilha da Fumaça fazer apresentações em mal tempo tendo o limite operacional relacionado ao voo visual, nunca efetuando manobras em voo por instrumentos.

## 5 CONCLUSÃO

Junto ao trabalho realizado pode-se concluir que o voo acrobático é relativamente seguro, e as manobras realizadas nos eventos/shows aéreos são inúmeras vezes treinadas em simuladores e em aeronaves acrobáticas, sendo que elas seguem padrões e normas para obter-se um alto nível de segurança.

Finalizando a pesquisa constatou-se que as manobras acrobáticas além de todo aspecto técnico para realizá-las é também um dos principais atrativos da população brasileira aos eventos relacionados à aviação.

Observou-se também que a segurança de voo é realmente posta em prática conforme a entrevista feita com o Coronel Aviador.

## REFERÊNCIAS

**A AVIAÇÃO DE COMBATE NA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL – “Quando os aviões eram de madeira e os pilotos eram de aço!”** Disponível em: <<http://defesabrasil.com/site/artigos/historia-militar/a-aviacao-de-combate-na-primeira-guerra-mundial-2.php>> Acesso em: 08 de julho de 2010.

**A ESQUADRILHA DA FUMAÇA** – Disponível em: <<http://bjornn.wordpress.com/2007/10/29/a-esquadrilha-da-fumaca/>> Acesso em: 09 de outubro de 2010.

**A SEGURANÇA DE VOO NO SISTEMA DE AVIAÇÃO CIVIL.** Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/segVoo/historico.asp>> Acesso em: 05 de agosto de 2010.

**ACROBACIAS F3A E MANOBRAS 3D HAMMERHEAD** – Disponível em: <[http://4.bp.blogspot.com/\\_wxw1dCOXG94/Sp0Ohv4W69I/AAAAAAAAAGc/POO81guZocw/s320/rc-stall-turn-hammerhead+\(Small\).gif](http://4.bp.blogspot.com/_wxw1dCOXG94/Sp0Ohv4W69I/AAAAAAAAAGc/POO81guZocw/s320/rc-stall-turn-hammerhead+(Small).gif)> Acesso em: 09 de setembro de 2010.

**ACROBACIAS F3A E MANOBRAS 3D LOOPING** – Disponível em: <<http://ultimatercstudio.blogspot.com/2009/09/acrobacias-f3a-e-manobras-3d.html>> Acesso em: 05 de setembro de 2010.

**AVIAÇÃO BÉLICA: O lado bom da guerra.** Disponível em: <<http://historia.abril.com.br/tecnologia/aviacao-belica-lado-bom-guerra-434936.shtml>> Acesso em: 08 de agosto de 2010.

**CADERNO ESPECIAL RED BULL AIR RACE WORLD CHAMPIONSHIP 2010.**

**CAMPEONATO BRASILEIRO DE ACROBACIA AÉREA 2003** Disponível em: <<http://360graus.terra.com.br/acrobacia/default.asp?did=27&action=geral>> Acesso em: 12 de julho de 2010.

**CAP 230** - Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/CAP\\_230](http://en.wikipedia.org/wiki/CAP_230)> Acesso em: 05 de outubro de 2010.

CERVO, Amado Luiz. **Metodologia científica para uso de estudantes universitários.** 3ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1983. [s.p.]

**COMO ERAM OS PRIMEIROS COMBATES AÉREOS?** Disponível em: <[http://mundoestranho.abril.com.br/historia/pergunta\\_286615.shtml](http://mundoestranho.abril.com.br/historia/pergunta_286615.shtml)> Acesso em: 08 de agosto de 2010.

CORRÊA, Decio. **Sonho de Voar**. 1ª ed. São Paulo: Asa. 1993.

**EMB-312 - T-27 TUCANO.** Disponível em: <<http://www.esquadrihadafumaca.com.br/nossa-historia/aeronaves/6-emb-312-t-27-tucano.html>> Acesso em: 20 de agosto de 2010.

ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA. **Resumo dos Relatórios finais dos Acidentes Aéreos da década de 90**. CENIPA.

FAA AC 91-61, **A Hazard in Aerobatics: Effects of G-forces on Pilots**.

FAA-AM-72-28. **G Effects on the Pilot During Aerobatics**.

FAA-AM-82-13. **G Incapacitation in Aerobatic Pilots: A Flight Hazard**.

**FILE SUKHOI SU-31 JURGIS KAIRYS JPG** - Disponível em: <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sukhoi\\_su-31\\_jurgis\\_kairys\\_.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sukhoi_su-31_jurgis_kairys_.jpg)> Acesso em: 05 de outubro de 2010.

**FS2005- ZIVRO EDGE 540** - Disponível em: <<http://fslivebr.blogspot.com/2010/04/fs2004-zivko-edge-540.html>> Acesso em: 03 de outubro de 2010.

**HISTÓRIA DA ACRO** – Disponível em <<http://www.acrobrasil.com.br/>> Acesso em: 10 de agosto de 2010.

**HISTÓRIA DA ACROBACIA AÉREA.** Disponível em: <<http://www.clickaventura.com.br/acrobaciaaerea/equipamentosacrobaciaaerea.asp>> Acesso em: 07 de julho de 2010.

**HISTÓRIA DA ACROBACIA** Disponível em: <[http://www.acrobrasil.com.br/historia\\_acrobacia.shtml](http://www.acrobrasil.com.br/historia_acrobacia.shtml)> Acesso em: 07 de julho de 2010.

**HISTÓRIA DA AVIAÇÃO MILITAR - Ases da 1ª Guerra Mundial.** Disponível em: <[http://www.defesanet.com.br/rv/history/wwwl\\_teory.htm](http://www.defesanet.com.br/rv/history/wwwl_teory.htm)> Acesso em: 07 de julho de 2010.

IAC 013-1001. **Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos**. 2003.

IAC 060-1001. **Piloto de Acrobacia Aérea e de Demonstração Aérea**. 2004.

IAC 091-1001. **Demonstrações/ Competições Aéreas**. 2005.

IAC 3144. **Aeronaves Históricas**. 2000.

**MANOBRAS** - Disponível em: <  
<http://www.marceloeiras.com.br/aeromodelismo/manobras/index.htm> > Acesso em:  
 09 de outubro de 2010.

**MANOBRAS ACROBÁTICAS** – Disponível em <  
[http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/pt/Aerobatic\\_maneuver](http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/pt/Aerobatic_maneuver) > Acesso em: 10 de  
 agosto de 2010.

**MANOBRAS ESQUADRILHA DA FUMAÇA** – Disponível em:  
 <<http://www.esquadrilhadafumaca.com.br/manobras.html>> Acesso em: 09 de  
 outubro de 2010.

**MEDICINA AERONÁUTICA – Voo Acrobático.** Disponível em:  
 <[http://www.aeronet.com.br/medicina\\_04.php](http://www.aeronet.com.br/medicina_04.php)> Acesso em 26 de fevereiro de 2010.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **TRATADO DE METODOLOGIA CIENTÍFICA: PROJETOS DE PESQUISAS, TGI, TCC, MONOGRAFIAS, DISSERTAÇÕES E TESES.** 2ed. São Paulo: Pioneira, 2002. 320p.

PESSOA, Lenira T. **Medicina de Aviação.** 1ª ed. Itamaracá -São Paulo: Cristina Publicidade Aérea. 1992.

**PICTURE OF THE EMBRAER T-27 TUCANO (EMB-312) AIRCRAFT** – Disponível em: < <http://www.airliners.net/photo/1029780/> > Acesso em: 09 de outubro de 2010.

PROCHASKA, Edgard O. C. **Manual básico para treinamento prático de piloto de avião.** 2ª ed. São Paulo: Asa. 1994.

**PSO-BR. Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil.** 2006.

SZUROVY, Geza. GOULIAN, Mike. **Basic Aerobatics.** New York-United States of America: TAB Books. 1994.

## APÉNDICE

## APÊNDICE A.

### MODELO DE ENTREVISTA

- 1)Quais manobras são feitas no curso inicial de acrobacias aéreas?
- 2)Quais são os procedimentos de segurança adotados nesse curso inicial?
- 3)No treinamento inicial, qual é o tamanho do Box acrobático adotado para limitar o espaço de voo?
- 4)É necessário fazer uma preparação física do piloto pra executar manobras acrobáticas? Caso positivo, em que consiste essa preparação?
- 5)Quais as condições meteorológicas mínimas para se executar o treinamento básico de acrobacia?
- 6)Na execução de acrobacias em formatura, quais são os procedimentos de segurança adotados?
- 7)O voo de acrobacia causa algum estresse físico ou mental?
- 8)Executar acrobacias aéreas em aeronaves à jato implica em menos segurança que executar em uma aeronave à hélice?
- 9)Em relação à alimentação, o piloto acrobático tem uma alimentação diferenciada a do piloto convencional?
- 10)A parte de segurança de voo é dada maior ênfase quando se trata de uma aeronave acrobática?