

# Rodas para cima!



## Manual Sobre Acrobacia em Planador

**Henrique Navarro**

1ª Edição – 4 de Abril de 2002  
2ª Edição – 24 de Julho de 2010

**Foto**

“A perfect afternoon”, by

Jadir Valverde (fotógrafo)

Renato Navarro (avião)

Henrique Navarro (planador)

Alexandre Marton (lastro do planador)

Nota: As fotos e diagramas deste livro foram gentilmente copiadas na maior cara de pau sem nenhuma autorização.

### **Dedicatória 1**

Sem dedicatória, mas com dedicação.

### **Dedicatória 2**

A quem me ensinou a esticar sempre, ir o mais longe, o mais rápido. A voar como se não nos fosse dada uma segunda chance sobre a terra. E que o processo de se colocar a linha do horizonte em pandemônio poderia ser bem divertido.

## Índice

Prefácio	
Capítulo 1	Porquê acrobacia em planador?
Capítulo 2	A teoria
Capítulo 3	A prática: As lições do curso de acrobacia
Capítulo 4	Os planadores
Capítulo 5	Diagramas de Aresti
Capítulo 6	Condições físicas
Capítulo 7	Regras Oficiais de Campeonatos de Acrobacia em Planadores
Capítulo 8	Sequências
Capítulo 9	Programa padrão do curso de Acrobacia em Planador
Apêndice I	Associações de Acrobacia
Apêndice II	Bibliografia
Posfácio	

## Prefácio

Este é um livro sobre “troca de experiências”.

Tudo o que está escrito foi testado em vôo, modificado para pior e para melhor e testado de novo, visando a saber onde, quando, como e porquê as coisas dão errado, e como se safar com segurança. “O verdadeiro herói é aquele que vive para voar e lutar novamente”, já dizia o Gen. Chuck Yeager.

Quando lerem os sub-tópicos “Se as coisas derem errado” adiante, acreditem, não é um item teórico. Sim, elas já deram errado comigo, e elas vão dar errado com vocês algum dia, basta baixar a guarda, por um segundo que seja.

Acrobacia não aceita desaforos, e cabe a nós efetuar o show aéreo mais eletrizante, a instrução mais honesta, ou o solitário vôo acrobático de fim de tarde, com a máxima segurança possível. Você talvez demore um dia para esquecer daquele seu show aéreo cuja manobra final foi interrompida porque você achou que algo não ia bem. Mas um acidente, este sim você demorará muito mais para esquecer.

Este manual não deve ser utilizado como fonte única para o aprendizado de acrobacia em planador, pois nenhuma literatura pode substituir um bom instrutor.

E porque “troca de experiências”? Bem, este livro foi escrito para poder dar um retorno ao aprendizado que eu pude ter ministrando instrução de acrobacia em planador. Poucos alunos sabem disto, mas o instrutor aprende, e muito, durante o processo de instrução. Às vezes até mais que o aluno. Este livro então é isto: uma forma de agradecimento aos vários alunos que me permitiram aprender com eles.

## Capítulo 1

### Porquê acrobacia em planador?

A mais pura forma de voar, ou o mais próximo que conseguimos chegar do vôo dos pássaros. O vôo sem motor, silencioso como ele só, onde o silvo do vento se torna o mais prazeroso instrumento e onde cada nuvem cumulus lhe acena como uma boa possibilidade de térmicas. Os pássaros (urubus, falcões, tuiuiús, e até algumas andorinhas que são pegadas de surpresa) lhe fazem companhia sem medo de chegar perto, quase encostando na fuselagem da aeronave, pois sabem que todos estão compartilhando a mesma fonte de energia térmica com um único intuito: Voar. Isso é o vôo a vela.

E quanto ao vôo onde céu e terra trocam de posição no horizonte ao sabor da vontade do comandante, onde os limites do piloto e da aeronave são testados (nunca ultrapassados) a cada segundo, resultando em um aprendizado mais seguro, em pilotos mais proficientes, e em grande diversão para quem está lá em cima e para quem está lá em baixo? Isso é o vôo de acrobacia.

Acrobacia em planador é simplesmente juntar essas duas dádivas. A mágica do gerenciamento de energia encontra aqui o seu ponto mais alto, pois o vôo de acrobacia em planador é a mais pura forma de troca de energia cinética por energia potencial e vice-versa.

A acrobacia em planador é antes de mais nada muito lenta, principalmente no quisito “rolagem”. Um planador Puchacz com seus quase 17 metros de asa chega a ter aproximadamente o triplo da envergadura do biplano acrobático Christen Eagle. Devido a isso, se comparássemos a rolagem de um Puchacz com um Decathlon (um avião acrobático básico), este último teria com certeza o seu dia de Sukoi SU-29. A manobra “slow roll” no planador chega a ser um pleonasma, e o “quick roll” uma impostura... Mas essa “lerdeza” de comandos na verdade é a diferença e o charme da acrobacia em planador, que se aproxima então de um balé aéreo, encantando público e piloto. E por outro lado, se os movimentos de rolagem são vagarosos, os movimentos de arfagem são mais facilitados que nos aviões, e os loopings ou vôos no dorso são feitos com relativa tranquilidade. No topo do hammerhead tem-se um dos momentos mais mágicos da acrobacia em planador: o silêncio absoluto, o G zero, a aeronave parada por 1 segundo que mais parece 1 minuto. Nesse momento você tem a clara sensação de que o mundo parou.

Ou seja, porque acrobacia em planador?

- Porque melhora a proficiência do piloto, tornando-o mais preparado para lidar com atitudes anormais.
- Pelo desafio de voar cada vez mais perfeitamente as figuras de uma sequência.
- Para poder explorar com segurança os limites da aeronave e os nossos.
- Porque transforma um dia sem térmicas em um belo dia de vôo.
- E por último, mas não menos importante: Por puro prazer.

## Capítulo 2

### A teoria

#### 2.1 – Segurança

Voar acrobacia significa voar nos limites, e voar nos limites significa que pouco ou quase nenhuma margem de erro pode ser aceita.

Essa margem de erro técnica será tratada adiante, mas não podemos dar chance ao azar descuidando de fatores de segurança tais como:

##### 2.1.1 – Entender a fundo o envelope da aeronave que estamos voando:

Para cada aeronave, conhecer a fundo as limitações de Gs positivos e negativos, e as variações que essas limitações sofrem com abertura de freios e velocidade máxima.

Conhecer todas as velocidades:

- máxima ( $V_{ne}$ );
- máxima no dorso ( $V_{ne'}$ );
- de estol ( $V_{s1}$ );
- de estol no dorso ( $V'_{s1}$ );
- máxima de manobras ( $V_a$ );
- máxima de manobras no dorso ( $V'_a$ );
- máxima em ar turbulento ( $V_b$ );
- máxima para deflexão total dos comandos de profundor e leme conjuntamente.

Outros dados referem-se a peso e balanceamento. As aeronaves e seus detalhes estão descritas em capítulo a parte.

##### 2.1.2 – Limpar a área:

Sempre avise a todos de suas intenções, o que vai fazer e aonde. Antes de qualquer manobra faça curvas para a direita e esquerda com o objetivo de ter certeza de que a área está “limpa”, ou seja, não há aeronaves que possam interferir na sua sequência de acrobacia.

Lembre-se que durante as manobras, o excesso de Gs e a desorientação irão reduzir substancialmente sua capacidade de limpar a área corretamente. Em casos de visão de túnel, sua capacidade de compreender o que está acontecendo no espaço ao seu redor se restringirá a cabine do planador.

### 2.1.3 – Limpar a aeronave:

Elementos soltos dentro do planador aparecem durante vôos com Gs negativos e podem ser particularmente perigosos quer seja travando comandos, atingindo o canopy, instrumentos e ocupantes ou simplesmente tirando a atenção do piloto durante as manobras.

Aeronaves de instrução pouco utilizadas em acrobacias acabam por trazer ao piloto acrobata a mais variada gama de “coisas voadoras”, que incluem chaves, ferramentas, tampas de garrafa, pedrinhas, balas Juquinha e até castanhas de cajú. Isso sem contar grande quantidade de terra e grama, que fazem você decolar limpo e pousar parecendo o monstro do pântano. O difícil depois é explicar para a Diretoria do seu clube o que é que você andou fazendo para se sujar tanto dentro de uma cabine...

Também moedas de centavos são usuais, enquanto notas de alto valor são relativamente raras. Esta teoria monetário-acrobática se aplica também as canetas: a chance de encontrar uma Bic de propaganda voando diante de seus olhos ao se fazer um vôo no dorso são inversamente proporcionais as chances de se encontrar uma Montblanc, o que nos leva a conclusão que os pilotos são na sua maioria duros, mas pelo menos sabem escrever.

E por fim, aquela formidável “jogada de água” que seu amigo deu no planador para que você voe limpo acaba por criar um aquário no canopy em vôos invertidos, fora o banho.

O mais importante disto tudo: Todos estes exemplos são reais, por mais esquisitos que pareçam. Então não se esqueça: pano úmido, aspirador de pó e muita paciência para desmontar tudo o que for necessário.

### 2.1.4 – Fazer checks específicos:

#### 1. Check pré-vôo:

- Peso e balanceamento da aeronave tripulada;
- Remoção de objetos livres dentro da cabine;
- Vedação (janelas de inspeção, de ventilação);
- Cintos passados;
- Comandos no batente com os cintos passados;
- Biplaces com travas duplas de canopy em caso de vôo solo: pedir para alguém checar no solo a trava traseira.

#### 2. Check pré-acrobacia (no ar):

- Cintos de segurança: ajustar e checar trava (checar também o do passageiro/aluno/instrutor);
- Compensador: ajustar para “nariz pesado”, ou cerca de 120 ~140 km/h;
- Checar trava do canopy (em planadores de trava dupla – biplaces – checar travas juntamente com o passageiro/aluno/instrutor);
- Checar freio aerodinâmico travado;
- Fechar janelas de ventilação.

### 2.1.5 – Descansar durante os vôos:

Instrutores especialmente ficam vulneráveis ao excesso de manobras causado por uma sequência de vôos e o constante fluxo de adrenalina que isso causa. Muito embora os pilotos de planador sofram menos que os de avião, pois o vôo tem definitivamente uma limitação de tempo (não se pode dar motor para subir e começar tudo de novo), é aconselhável uma pausa entre 2 ou 3 vôos. Mais adiante são demonstrados os efeitos causados pelas forças G.

### 2.1.6 – Térmicas:

Sim, nós gostamos delas, mas não é bom misturar as coisas. Vários planadores não são homologados para vôos acrobáticos em condições de térmicas uma vez que atividades convectivas pequenas podem causar um aumento de até 0,5 G, e condições mais fortes podem causar mais de 3 Gs, fazendo com que uma simples manobra dentro do envelope se torne um risco muito grande.

Só voe acrobacia em condições de turbulência fraca ou zero. Em campeonatos mundiais, é feito um vôo a 200 km/h reto, onde não pode-se apurar nenhuma turbulência que cause fator de carga acima de 2 Gs, compatível com o planador com menor fator de carga da competição.

### 2.1.7 – Trabalhe com fatos, não com medos:

Não confunda “ser conservador” com “mudança de padrões”. Saiba discernir bem quais são os “medos” que você sente, se advém de fontes reais ou não, e trabalhe em cima deles. Não são poucos os casos de erro em manobras por excesso de um “conservadorismo” disfarçado.

Por exemplo: com medo de dar carga G, o piloto começa um looping cabrando pouco e estola no dorso, ou o inverso: com medo de estolar no dorso começa um looping com excessiva carga G ou acima da  $V_{ne}$ .

Um exemplo mortal deste conservadorismo, com inúmeros casos já reportados, acontece quando o piloto efetua acrobacia a baixa altura. Os exemplos clássicos são:

- Looping em passagem baixa: ao sentir que não conseguirá completar a manobra após o topo do looping, o piloto cabra abruptamente e cria um estol de velocidade, tornando realmente impossível a recuperação, que poderia até ser realizada via um half roll.
- Slow roll em passagem baixa: para “garantir” que tudo vai dar certo, ou seja, que a altura será suficiente para a recuperação, o piloto começa o slow roll com o nariz mais alto que o normal e efetua toda a manobra ganhando altura, até estolar no dorso ou de faca, sem velocidade para se recuperar, e entra voando no chão ainda girando, a 90° do sentido inicial da manobra. Também conhecido como “Tunneaux Tatu”, por razões óbvias.

Aprenda com seu instrutor as manobras corretamente e as faça corretamente. Use tanta velocidade e aplique tanta carga G quanto é requerido para a completa realização da manobra com perfeição, nem mais nem menos.

#### *2.1.8 – Regras de vôo visual!*

Voe em condições de vôo visual - VMC.

- Visibilidade horizontal de 5 km.
- Separação das nuvens de 1.000 pés vertical e 1.500 metros horizontal.
- Cobertura do solo de não mais que a metade da área de visão do piloto.

#### *2.1.9 – Preparação pré-vôo*

- Roupa: usar camisas com gola. Assim o cinto não machuca o pescoço quando em vôo invertido, e você não vai ter que ficar explicando para o seu par de onde vieram essas marcas tipo chicotinho/arranhões.
- Não consumir bebidas com álcool no dia anterior ao vôo.
- Tomar café da manhã reforçado, evitando frituras. Ter o bolo alimentar girando no estômago é bem melhor que ter o ácido biliático girando e atuando sozinho. Este sim causa o enjôo.
- Quem usa óculos, tentar obter algum modelo que prenda bem nas orelhas, para não cair no dorso. Se você for um daqueles lutadores de jiu-jitsu sem orelhas, pode usar um silvertape.
- Mulheres com cabelos longos ou homens adeptos do visual “nasci na selva”: Levem um prendedor de cabelos ou boné, senão o instrutor entrará IFR quando o planador for colocado no dorso e você entrará IFR quando o planador voltar para a posição normal. Também o seu cabelo servirá de espanador de canopy no dorso, e você demorará mais de 1 hora para retirar todas as pedrinhas do meio de seus cabelos.

## 2.2 – Do’s e Don’ts

O que você deve fazer em acrobacia e o que não deve fazer.

Do’s	Don’ts
✓ Se envolva no meio, treine.	✓ Faça acrobacia sem acelerômetro e um bom paraquedas.
✓ Se acostume a monitorar G e velocidade.	✓ Exceda o envelope (diga aos outros pilotos se você o fizer).
✓ Leia o manual da aeronave e entenda o envelope de voo.	✓ Recupere de voo invertido prolongado com muito G positivo.
✓ Trate cada manobra individualmente, devendo completar a mesma antes de iniciar a próxima.	✓ Faça manobras que requerem muito G em condições de turbulência.
✓ Termine as manobras (além de simples linhas ou outros exercícios) a 350 metros QFE, principalmente novas manobras.	✓ Deixe os comandos neutros se o planador “voltar” de ré em uma manobra. Mantenha-os firmes no batente.
✓ Faça o check de acrobacia.	✓ Esqueça de limpar a área.
✓ Avise aos outros pilotos e operadores das suas intenções antes da decolagem.	✓ Faça acrobacia em cima de cidades, multidões ou espaço aéreo controlado.
✓ Pratique regularmente acrobacia ou faça um voo duplo se necessário.	✓ Tente novas manobras sem treinamento/check com um instrutor.
✓ Considere o parafuso como o padrão para recuperação de atitudes anormais, se algo der errado.	✓ Voe se estiver se sentindo cansado, com stress ou se recuperando de alguma doença.
✓ Mantenha a disciplina.	✓ Voe com “ressaca”.
✓ Se orgulhe da atividade e trate-a com respeito.	✓ Tente imitar pilotos mais avançados sem treinamento.
✓ Prepare a aeronave antes do voo.	✓ Se exiba.
✓ Aborto a manobra se algo der errado.	✓ Faça manobras que o assustam.
✓ Descanse.	
✓ Divirta-se!	

Lembre-se: Cada segundo de indecisão é um segundo perdido.

## 2.3 – Envelope de voo.

O envelope de voo refere-se essencialmente ao profundor, a superfície que pode causar as maiores cargas aerodinâmicas. Nota: definições adiante de acordo com o JAR 22.337, que define os padrões Europeus para planadores construídos após 1980.

Um exemplo de que os movimentos de rolagem não causam tanto esforço é o fato do JAR 22.337 especificar que a aplicação de todo o comando de ailerons até a  $V_a$  pode reduzir no máximo 1/3 do fator de carga máximo.

### 2.3.1. – Velocidades

$V_a$  - Velocidade máxima de manobra: definida como a velocidade de estol vezes a raiz quadrada do fator de carga máximo. Nesta velocidade, pode-se aplicar todo o profundor que a aeronave não sofrerá sobrecarga.

$V_{ne}$  – Velocidade nunca exceder: Equivalente a 0.9 vezes a velocidade máxima demonstrada em testes de vôo ( $V_{df}$ ), que por si só é inferior a velocidade máxima de projeto ( $V_d$ ).

$V_a$  - snap roll: O uso de todo o profundor e todo o leme só é necessário em caso de snap (ou flick) roll, e se permitido no planador em questão, requer uma velocidade de manobra diferente e bem menor, também conhecida como “Velocidade máxima de manobra para deflexão rápida e combinada de profundor e leme”. Geralmente é de apenas 60% a 70% da  $V_a$ .

### 2.3.2 - Fatores de carga

$n$  – fator de carga: Planadores tem de resistir até 1,5 vezes o fator máximo por 3 segundos antes que uma fadiga permanente ou quebra de componente ocorra. São os seguintes:

- $n_1$  – fator de carga positivo na  $V_a$
- $n_2$  – fator de carga positivo na  $V_{ne}$
- $n_3$  – fator de carga negativo na  $V'_{ne}$
- $n_4$  – fator de carga negativo na  $V'_a$

### 2.3.3 - Freios aerodinâmicos

Estes aumentam significativamente a carga uma vez que:

- Causam turbilhonamento que reduz a sustentação em grande parte da asa, obrigando um mesmo fator de carga a ser distribuído pelo restante da asa que ainda possui sustentação.
- Causam arrasto que forçam a asa na direção do vento relativo.

De acordo com o JAR 22.345, o fator de carga máximo positivo não pode ser menos que + 3.5 G com os freios aerodinâmicos todos abertos.

### 2.3.4 – Turbulência

O efeito de aumento do fator de carga devido a turbulência convectiva (e.g. térmicas) sobre a fuselagem é diretamente proporcional a velocidade vertical da mesma e da velocidade da aeronave. Ou seja, uma térmica que causa um efeito de 1 G a 100 km/h vai causar um efeito de 2 G a 200 km/h.

### 2.3.5 – Efeitos da altitude no velocímetro

Acelerômetro e velocímetro são os instrumentos mais monitorados durante acrobacia. Conceitualmente, não podemos nos esquecer que a redução da densidade do ar provoca redução de 2% a cada 1.000 pés na velocidade indicada no velocímetro. Ou seja, voando ao nível do mar e iniciando-se a sequência de acrobacia na altitude padrão de 1.200 metros (4.000 pés), já estaremos com 8% de diferença, onde uma  $V_{ne}$  do planador Jantar Std. por exemplo deverá ser reduzida no velocímetro em quase 25 km/h, de 285 km/h para 262 km/h.

Alguns planadores, devido a características próprias (flutter e ressonância), podem sofrer uma redução de  $V_{ne}$  com altitude. Estes planadores devem ter em seu manual uma tabela de ajuste da  $V_{ne}$  com a altitude visando a refletir estas restrições (este é o caso do Grob).

Se não existe tal restrição, a  $V_{ne}$  do planador não precisaria ser reduzida (este é o caso do Jantar e Puchacz).

## 2.4 – Aviões e planadores: Diferenças básicas

### 2.4.1 - Efeito de arrasto da hélice.

Uma simples redução na manete de potência transforma a hélice em um enorme disco de puro arrasto, possibilitando nos aviões uma redução de velocidade que pode ser utilizada por exemplo para a realização de rolagens em verticais descendentes. Esta é uma vantagem que os planadores não possuem, e nos mergulhos e definições de verticais descendentes, a velocidade irá aumentar muito rapidamente. Também o ótimo coeficiente de penetração dos planadores ajuda neste rápido ganho de velocidade, e as manobras que envolvem tais atitudes tem de ser muito bem estudadas e monitoradas (e.g., oito cubano, hammerhead).

A alternativa de se utilizar os freios de mergulho não é viável pois diminui o fator de carga máximo, retarda movimentos de rolagem e obviamente foge dos padrões de competições.

O fato de não possuir motor isenta o planador das forças causados pela hélice (exemplos abaixo considerando hélices que giram para a direita, que são as mais comumente usadas):

- Fator P: Diferença no ângulo de ataque das hélices quando a aeronave está em vôo reto nivelado ou subindo. Produz tendência para a esquerda que é compensada com leme para a direita.
- Torque: Lei da ação e reação de Newton - a hélice girando em um sentido induz o avião a girar (torquear) no sentido inverso. Exige compensação dos ailerons para a direita.
- Slipstream: Ação do ar soprado helicoidalmente pela hélice ao longo da fuselagem. Em velocidades menores causa o deslocamento do nariz do avião para a esquerda, sendo compensada com leme para a direita.

- Precessão giroscópica: A hélice em si girando em alta rotação se torna na verdade um disco que adquire rigidez. Uma força aplicada a um objeto que gire origina um efeito 90° a frente do ponto de aplicação. Um movimento rápido de cabragem provocará a manifestação desta força para a direita, compensada com leme esquerdo. Já picando-se o avião a força se manifestará para esquerda, compensada com leme direito.

#### 2.4.2 – Diferenças significativas nos envelopes

Nota: Aqui nos referimos especificamente da aeronave SZD 50-3 “Puchacz” e outros planadores da mesma categoria, uma vez que este é o intuito deste livro.

Se compararmos duas aeronaves acrobáticas de categoria básica, e.g., um Super Decathlon e um Puchacz, teremos uma boa vantagem para o avião, principalmente em termos de velocidades, conforme o quadro comparativo abaixo:

<b>Especificações</b>	<b>Bellanca Super Decathlon Model 8KCAB</b>	<b>SZD 50-3 Puchacz</b>	<b>SZD 48-1 Jantar Std.</b>	<b>ASK-21</b>	<b>Grob 103 A Twin II Acro</b>
Fator de carga positivo	+ 6 Gs	+ 5,3 Gs	+ 5,3 Gs	+ 6,5 Gs	+ 6,5 Gs
Fator de carga negativo	- 5 Gs	- 2,65 Gs	- 2,65 Gs	- 4 Gs	- 4 Gs
V <sub>a</sub>	215 km/h	150 km/h	150 km/h	180 km/h	180 km/h
V <sub>ne</sub>	324 km/h	215 km/h	285 km/h	280 km/h	250 km/h
Tempo máximo em vôo invertido	2 minutos	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável

“Envelope” refere-se basicamente aos limites máximos de carga (força gravitacional - G) e velocidade para cada planador, em vôo invertido e ereto. A expressão “Pushing the envelope” é famosa, e significa que alguém está prestes a se tornar uma estatística.

#### 2.4.3 – Custo operacional

Vamos agora mexer na parte mais sensível do corpo do ser humano: o bolso. Quanto paga-se para voar em cada aeronave?

##### 2.4.3.1 Avião:

Em um Super Decathlon, paga-se em torno de 110 dólares a hora total de vôo. Dentro dessa hora de vôo deve-se considerar o tempo gasto para decolagem, pouso, tráfego e subir após efetuada uma sequência de manobras.

##### 2.4.3.2 Planador:

Em um planador, paga-se em torno de 55 dólares por um reboque duplo (1.200 metros), que vai proporcionar em média 15 minutos de reboque e 20 minutos livre, ou seja, excluindo-se o tempo em reboque, a hora de vôo de acrobacia em planador custaria em torno de 165 dólares, ou cerca de 50% mais cara que a hora do avião.

A vantagem é que pode-se facilmente fazer acrobacia com condições térmicas de não mais que 0,5 m/s, o que permite a subida para uma nova sequência de manobras, agora a custo zero. Não são raros vôos de 2 horas ou mais, com realização de várias sequências completas de manobras, pagando-se apenas o custo de um reboque simples (25 dólares).

Neste campo, se o piloto souber colocar sempre a segurança acima de tudo e efetuando uma boa e racional análise da atividade térmica, o preço do vôo de acrobacia em planador se torna imbatível.

Nota: Certos treinamentos, como o vôo no dorso e Slow roll, se tornam extremamente mais caras se realizadas primeira e unicamente em planador, devido ao grande afundamento. Recomenda-se que sejam feitas algumas horas de treinamento antes em um avião. Se possível, escolha um Super Decathlon em vez de um Pitts ou Christen Eagle, pois esse primeiro possui uma atitude de vôo no dorso mais parecida com a dos planadores e uma rolagem mais lenta. Mas nunca descarte um vôo nestes dois belos biplanos (cerca de 160 dólares a hora) ou em outros modelos mais avançados que o Super Decathlon. Todo tipo de experiência contará positivamente a seu favor se você souber extrair bem a lição que cada uma lhe proporciona.

#### *2.4.4 – Categorias*

Aviões:

Basic, Sportsman, Intermediate, Advanced e Unlimited.

Planadores:

Sportsman, Intermediate e Unlimited.

#### *2.4.5 – Ergonomia*

Nos planadores em geral a posição do piloto é bem mais deitada, refletindo em maior conforto e resistência do piloto a fatores de carga altos e contínuos uma vez que:

- As forças G são uniformemente distribuídas pelo corpo;
- As pernas ficam quase que na altura do coração, permitindo o bombeamento de sangue de maneira mais fácil.

O piloto tem de estar ciente desta maior resistência adquirida e lembrar que a mesma não se aplica ao planador. Não é porque estando deitado você suportará um looping de 7 Gs que o planador tem de fazer o mesmo. Respeite sempre os limites.



### Capítulo 3

#### A prática: As lições do curso de acrobacia

“Neste esporte o homem se depara com a mais pura realidade, e no final das contas ele não descobrirá apenas que tudo é uma questão de ter habilidade para fazer a aeronave responder com graça e precisão ao seu toque. Ele descobrirá algo muito mais importante: a verdade nua e crua sobre si mesmo!”

Neil Williams

As lições serão distribuídas entre 20 vôos de acrobacia. Considera-se cada vôo como sendo de 30 minutos livre (em média), resultando em aproximadamente 10 horas de vôo, que é o necessário para o treinamento básico de acrobacia. O cálculo de tempo livre médio considera que em certos vôos com atividade térmica condizente poder-se-á efetuar ganho de altura em ascendente e realização de nova sequência.

Os 15 minutos (em média) do reboque até a altura de 1.200 metros serão utilizados para limpar a área, repassar a sequência, e concentração. Nessa hora, a adrenalina já deixará o corpo em estado de alerta, indicando que algo de bom está por vir.

A exigência mínima recomendável para a realização de um curso de acrobacia em planador visando a segurança e um melhor aproveitamento, é que o piloto possua 100 horas em planador ou seja piloto privado com pelo menos 50 horas em planador. O que teremos a seguir será:

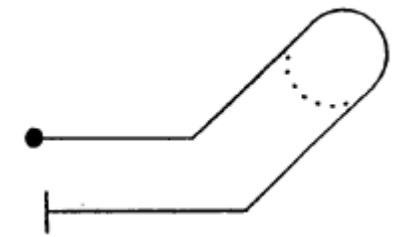
Lição 1	Oito Preguiçoso
Lição 2	Chandelle
Lição 3	Linhas de 45° descendo e subindo
Lição 4	Parafuso
Lição 5	Looping
Lição 6	Invertido reto nivelado
Lição 7	Invertido com curvas e coordenação
Lição 8	Stall Turn
Lição 9	Cloverleaf
Lição 10	Parafuso Competição
Lição 11	Curvas de competição
Lição 12	Sequência: ½ slow roll + Dorso + ½ Loop
Lição 13	Sequência: ½ Loop + Dorso + ½ slow roll
Lição 14	Split-S
Lição 15	Snap Roll
Lição 16	½ Snap + ½ Loop
Lição 17	Immelman
Lição 18	Oito Cubano
Lição 19	Slow roll
Lição 20	Sequências: SPORTSMAN & INTERMEDIATE

**Lição 1 Oito Preguiçoso****→ MANOBRA: OITO PREGUIÇOSO (Lazy Eight)**

**Velocidade inicial:** 140 km/h (1 pessoa), 150 km/h (2 pessoas).

**Entendendo a manobra:** O planador descreve um “oito” no ar.

**Figura FAI:**



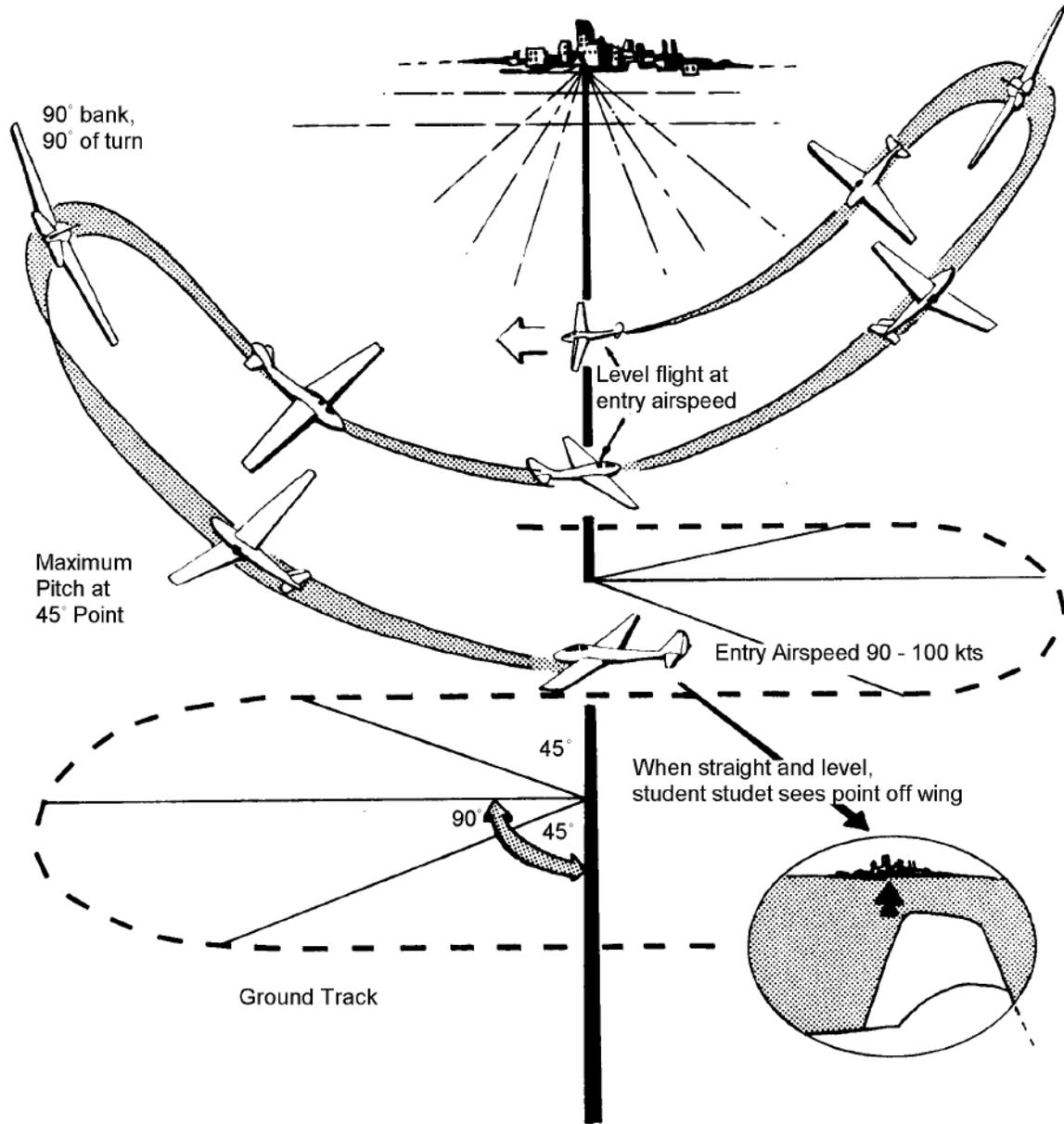
**Voando:**

- Procure uma referência no solo.
- Defina uma linha de 45° até atingir a velocidade de início da manobra.
- Passe no ponto escolhido no solo e inicie uma curva ascendente de 45°, atingindo o topo a 80 km/h.
- Termina a curva a 180°, cedendo (não espetando) o manche até a velocidade de 150 ~ 160 km/h, em outra linha de 45°, visando a atingir novamente o ponto no solo.
- Repete-se a mesma manobra para o outro lado, recuperando na direção original.
- Checar com referência no solo.

**Erros comuns:**

- Estolar no topo.
- Espetar o manche no topo em vez de apenas cedê-lo.
- Deixar a velocidade disparar na descida.
- Curvas com inclinações diferentes resultando em perda da referência.
- Não compensação dos efeitos do vento, resultando em perda da referência.

OK, mas... como é isso mesmo?





## Lição 2 Chandelle

Cabe destacar que “chandelle” talvez seja o nome em acrobacia atribuído ao maior número de manobras diferentes que se tem notícia. Dado a esta indefinição, em clubes encontra-se todo tipo possível de curvas e subidas dos mais variados ângulos, sentidos e sexos, todos abrigados fraternalmente sob a alcunha de “chandelle”. Com certeza você já viu nos céus alguém executar uma manobra totalmente desconexa e inclassificável na qual o piloto bradou com orgulho após o pouso: “Bela chandelle, não?”

É interessante notar que no contexto desta salada de nomes, várias manobras são chamadas de chandelle, mas nunca o contrário, uma vez que a chandelle é uma manobra ingrata para os pilotos menos experientes: é particularmente difícil de se executar corretamente e não produz quase que efeito visual nenhum do ponto de vista do público, chegando a ser até bem sem graça para quem não entende o que está acontecendo.

Para efeito didático, ensinaremos aqui dois tipos de chandelles: O primeiro tipo é a chandelle utilizada em acrobacia de aviões, que será estudada por proporcionar um excelente treinamento ao piloto. A segunda chandelle será a executada por planadores, sendo presença constante nas sequências de campeonatos de acrobacia de planador nas categorias Sportsman e até na Intermediate, muito embora não seja ainda reconhecida pela FAI em seu Aerobatic Catalogue (CIVA system), juntamente com o Cloverleaf.

Para terminar: se alguém lhe perguntar o que é uma chandelle, contraponha em bumerangue: chandelle de avião ou de planador?

### → MANOBRA: CHANDELLE - avião

**Velocidade inicial:** 160 km/h (1 pessoa), 180 km/h (2 pessoas).

**Entendendo a manobra:** Também chamada de Climbing Turn, ou curva ascendente, na essência é muito mais que isso. Muito utilizada para redução de velocidade com ganho de altura. Se efetuada corretamente proporciona um excelente treinamento de coordenação nos três eixos (principalmente comandos de leme) e tem a vantagem de poder ser treinada/executada em qualquer tipo de aeronave. Esta manobra exige que o piloto esteja realmente “vestindo” o seu planador, e em compensação proporciona um certo orgulho quando bem realizada. Funciona perfeitamente também para que instrutores possam avaliar em que nível de proficiência se encontra cada aluno, bem antes de passar para vôos no dorso e manobras de rolagem.

### Voando:

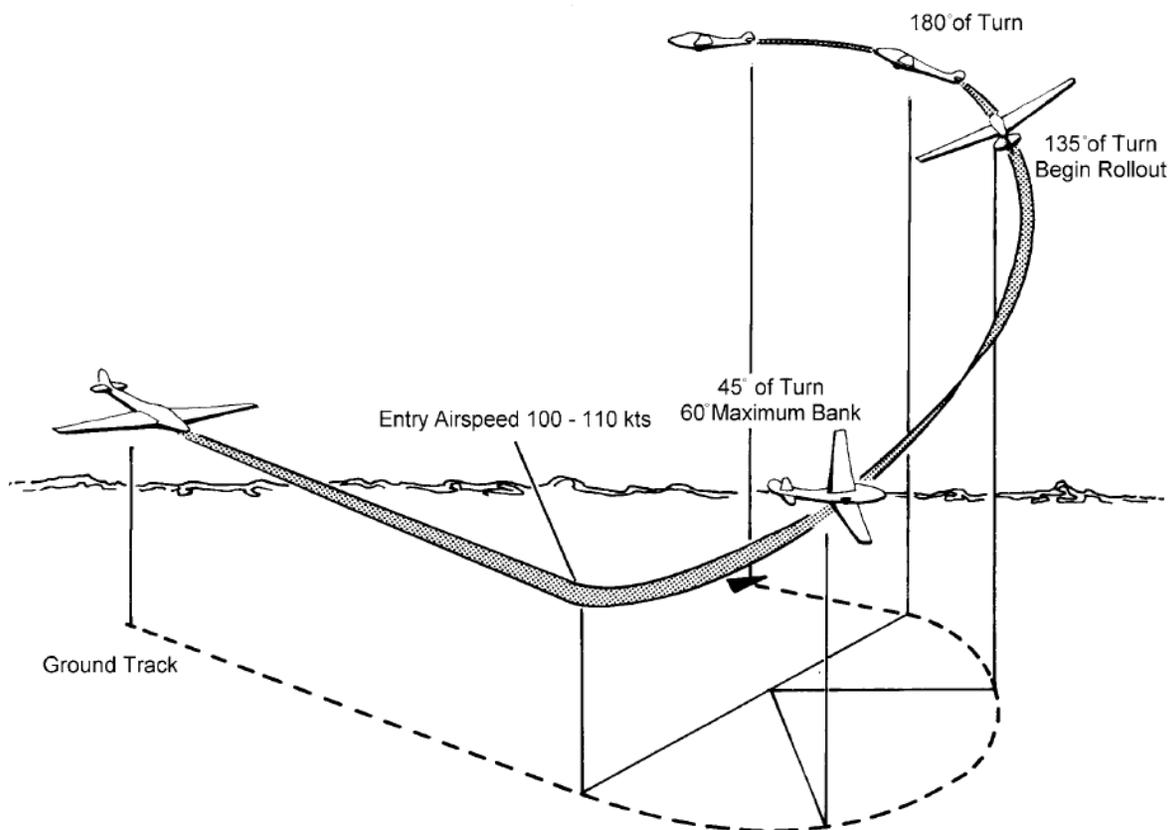
- Procure uma referência no solo.
- Defina uma linha de 45° até atingir a velocidade de início da manobra, e então defina o vôo reto e nivelado.
- Procure uma referência a 90° na direção de onde intenciona-se girar.
- Incline as asas como no início de uma curva de competição, entre 45° (mínimo) a 60° (máximo), dependendo da energia que você estará gerenciando e do tipo de planador.

- Inicie imediatamente uma curva ascendente, com pelo menos 3 Gs, idêntico a  $\frac{1}{4}$  de início de um looping para o lado. Note que devido a inclinação, o que irá provocar o movimento de subida será o manche sendo cabrado, e conseqüentemente o barbantinho deverá ficar centrado, por mais difícil que isso possa parecer no início.
- Quando o nariz do planador estiver apontando para a referência escolhida a  $90^\circ$ , comece a desfazer a inclinação, reduzindo a pressão sobre o manche cabrado. Use o pedal apenas para centrar o barbantinho, nada mais.
- A curva de  $180^\circ$  que começou com grande inclinação terminará com as asas niveladas, a uma velocidade de cerca de  $70 \sim 75\text{km/h}$ , pouco acima da de estol.
- Checar se a asa está na referência  $180^\circ$ . O nariz estará alto, ceda o manche.

### Erros comuns:

- Definição de uma inclinação de mais de  $60^\circ$ , não permitindo que o planador suba.
- Definição de uma inclinação de menos de  $45^\circ$ , ocasionando uma subida muito lenta e impossibilitando a manobra.
- Excesso de pedal para tentar obter o rumo de  $180^\circ$  desejado, causando derrapagem.
- Demora na curva, resultando em estol ou perda de rumo (sai a menos de  $180^\circ$ ).

### OK, mas... como é isso mesmo?



**MANOBRA: CHANDELLE - planador**

**Velocidade inicial:** 150 km/h. Nota-se que esta é uma manobra bem gentil quanto a velocidades, podendo ser efetuada a partir de 120 km/h até a  $V_{ne}$ .

**Entendendo a manobra:** Conforme descrito na bíblia da acrobacia, o livro “Aerobatics” de Neil Williams, é similar a metade da perna de um Oito Preguiçoso, ou uma curva em subida (mais similar a chandelle para aviões). Para efeito de treinamento como parte integrante de sequências de acrobacia de planadores, a chandelle aqui tratada é semelhante ao praticado em alguns países sob o epíteto de wing-over. Basicamente é uma linha de 45° subindo, uma curva de 180° e uma linha de 45° descendo. Mas vamos aos detalhes.

**Voando:**

- Procure uma referência no solo.
- Defina uma linha de 45° até atingir a velocidade de início da manobra, e então defina o vôo reto e nivelado.
- Defina rapidamente (pouco mais de 2 Gs) uma linha de 45° subindo e inicie uma curva ascendente, atingindo o topo a 80 km/h.
- Termina a curva de 180° com uma linha de 45° descendo, cedendo (não espetando) o manche até a velocidade de 140 ~ 160 km/h.
- Note que as linhas de 45° subindo e descendo precisam apenas ser definidas, não precisam ser mantidas. Se forem mantidas, para melhor efeito visual e conseqüente nota dos juízes, tem de ser de igual comprimento, e vão requerer uma maior velocidade de entrada.

**Erros comuns:**

- Baixa velocidade inicial, cabrada pouco enérgica no início, linha de subida abaixo de 45°, tudo isso resultando em pouca energia para completar a manobra.

Nota: O nome Chandelle apareceu durante a Primeira Guerra Mundial, vindo de um piloto Francês de mesmo nome que usava de curvas apertadas em subida para escapar dos aviões inimigos.



### Lição 3 Linha de 45º descendo e subindo

#### → MANOBRA: LINHA DE 45º DESCENDO

**Velocidade inicial:** 85 km/h.

**Entendendo a manobra:** A linha de 45º descendo é utilizada quando necessita-se de velocidade para iniciar uma outra manobra cuja velocidade inicial é alta. E.g., após o reboque, faz-se uma linha de 45º descendo (manobra 1) para ganhar velocidade para um looping (manobra 2).

#### **Voando:**

- Olhando para a asa, espeta gradativamente até que a mesma atinja um ângulo de 45º com o horizonte.
- Após atingido esse ângulo, olhe para o nariz no planador e fixe um ponto na sua frente. Isso evitará a tendência natural de levantar o nariz com o aumento da velocidade.
- Ao atingir a velocidade necessária (geralmente entre 160 km/h e 200 km/h), gradativamente levante o nariz do planador e mantenha vôo reto nivelado.
- Atenção, a velocidade aumentará muito rapidamente.

#### **Erros comuns:**

- Pouca prática com o vôo onde as atitudes são atingidas/mantidas olhando-se para outros pontos (e.g., as asas) que não para o nariz do planador. Linha de 45º mal definida.
- Ceder o manche com o aumento da velocidade.

#### → MANOBRA: LINHA DE 45º SUBINDO

**Velocidade inicial:** 160 ~ 200 km/h.

**Entendendo a manobra:** A linha de 45º subindo é utilizada quando necessita-se de reduzir a velocidade para iniciar uma outra manobra cuja velocidade inicial é baixa, e sem mudança de rumo. E.g., na saída de um looping, precisa-se reduzir a velocidade para entrada em um snap roll ou parafuso. Existem outras opções mais bonitas, como a chandelle, mas implicam na mudança de 180º no rumo.

#### **Voando:**

- Olhando para a asa, cabra gradativamente até que a mesma atinja um ângulo de 45º com o horizonte.
- Após atingido esse ângulo, mantenha-o, observando a asa. Evite a tendência natural de abaixar o nariz com a redução da velocidade.
- Antes de atingir a velocidade desejada, (geralmente entre 85 km/h e 110 km/h), gradativamente abaixe o nariz do planador e mantenha vôo reto nivelado.

- Atenção, a velocidade cairá muito rapidamente.

**Erros comuns:**

- Pouca prática com o vôo onde as atitudes são atingidas/mantidas olhando-se para outros pontos (e.g., as asas) que não para o nariz do planador. Linha de 45° mal definida.
- Ceder o manche com a redução da velocidade.
- Demorar para voltar ao vôo reto nivelado, entrando em estol.



## Lição 4 Parafuso

→ **MANOBRA: ESTOL** (calma, você não está no capítulo errado).

**Velocidade inicial:** 85 km/h.

**Entendendo a manobra:** O estol é uma preparação para a próxima manobra, o parafuso, então treine mantendo o nariz apenas um pouco acima da linha do horizonte (10° a 20° no máximo). Estois “radicais”, quase entrando em badalo, podem ser bonitos de se fazer, mas acrobaticamente não acrescentam muita coisa, dificultam o domínio, quebram a harmonia e são estruturalmente perigosos se o planador voltar de ré.

**Voando:**

O estol ocorrerá entre 58 km/h e 72 km/h (e.g., no peso máximo do Puchacz de 570 kg). No pré-estol, evite comandos de aileron, use apenas o pedal.

**Erros comuns:**

- Nariz muito acima do horizonte.
- Deixar a asa cair.
- Segurar muito tempo no pré-estol (a vibração prolongada é prejudicial a estrutura da aeronave e também esse excesso de tempo quebra a harmonia da manobra).
- Ceder o manche muito cedo, não deixando entrar em estol.

**Se as coisas derem errado:**

- Se devido a uma atitude mais acentuada o planador entrar em estol de badalo, segure o manche todo cabrado e recupere normalmente.
- Se devido a uma atitude ainda mais acentuada o planador começar a voltar de ré, dê todos os comandos no batente (leme, aileron e profundor), preferivelmente para o mesmo lado da queda de nariz, se houver. Recupere normalmente e avalie os comandos lentamente, pousando na pista em seguida mesmo se estiver tudo em ordem. O Puchacz tem 2 metros e 4 centímetros de leme e uma descida de ré pode ser extremamente prejudicial a estrutura.

→ **MANOBRA: PARAFUSO** (agora sim).

**Velocidade inicial:** 85 km/h.

**Entendendo a manobra:** O parafuso acontece quando uma asa está estolada e a outra ainda está voando. Exatamente como os Irmãos Wright: O Orville voava enquanto o Wilbur não, e vice-versa.

**Voando:**

- Para acrobacia, utiliza-se a entrada em parafuso através de um estol em vôo reto nivelado.
- Coloque o nariz levemente ( $5^{\circ}$  a  $10^{\circ}$ ) acima da linha do horizonte.
- Um pouco antes do estol, simultaneamente cabrar até o batente e aplicar todo o pedal na direção para a qual se intenciona girar.
- Para parar o parafuso, ceder o manche e aplicar simultaneamente pedal contrário a rotação.
- Há uma tendência natural a dar aileron contrário a rotação. COMBATA essa tentação, pois neste caso você achatará o parafuso, uma vez que a asa de fora da curva ainda encontrará um fluxo de ar que seja o suficiente para abaixá-la.
- Diferentes pesos totais e distribuição destes na aeronave definirão se certa aplicação de aileron será necessária. Se for o caso, use POUCO aileron e sempre para o lado da rotação. Como regra básica e em início de treinamento, mantenha o aileron sempre em neutro.
- Uma entrada em parafuso com o nariz mais alto no horizonte ( $10^{\circ}$  a  $20^{\circ}$ , mais que isso é desnecessário e dificultará o controle) proporcionará uma entrada mais agressiva e um parafuso com o nariz apontado mais para o solo. Esse tipo de entrada causa um efeito visual mais bonito, é mais segura, mais precisa e mais rápida de se parar. É o tipo de entrada recomendada em shows, onde a margem de erro deve ser mínima.
- Uma entrada em parafuso com o nariz pouco acima do horizonte ( $5^{\circ}$ ) proporcionará uma entrada mais leve e um parafuso com o nariz mais alto. A força centrífuga será maior, e será mais demorado para quebrar a rotação devido a inércia, sendo então mais difícil conseguir a precisão necessária em shows. Neste tipo de parafuso, o erro do comando contrário de aileron se torna maior e as consequências são mais graves. É o tipo de entrada recomendada em treinamento, apenas para maior domínio e conhecimento das diferentes características e respostas da aeronave.

**Erros comuns:**

- Com peso máximo ou próximo deste, não deixar todo o manche cabrado, o que resultará na entrada de uma espiral descendente. A velocidade aumentará rapidamente para 100 km/h ou mais e o planador sairá do parafuso, entrando em um mergulho em espiral.
- Não “entrar” efetivamente no parafuso, não mantendo aileron e pedal no batente.
- Desorientação, resultando na recuperação do parafuso em direção contrária a ideal ou “perda de rumo” após a recuperação. Após uma entrada acidental em parafuso a baixa altura, o piloto pode até fazer um pouso fora mesmo estando no cone de segurança da pista, por pura desorientação.
- Demorar para recuperar o parafuso após a parada da rotação, excedendo a  $V_{ne}$  ou dando muita carga G.
- Dar aileron contrário a rotação.

**Se as coisas derem errado:**

- Em caso de desorientação: Usar a técnica de recuperação de emergência de parafuso de Beggs/Müller: (1) solte o manche, (2) pedal contrário a rotação, (3) quando a aeronave parar de girar, neutralize os comandos e cabre normalmente.
- Em caso de entrada acidental em parafuso chato: Para o Puchacz, dê imediatamente aileron no sentido da rotação e mantenha o manche picado, quebrando a rotação com o pedal assim que o nariz abaixar. O planador poderá dar até 3 voltas em estado de achatamento até que o nariz comece a cair e você possa fazer a recuperação. Em caso de demora na recuperação, pouca altura, peso total correto mas nos mínimos e havendo dois ocupantes, o passageiro do assento traseiro deverá causar o deslocamento do CG para a frente soltando os cintos e indo para a parte dianteira do planador. Por mais drástico que isso possa parecer, ainda é menos perigoso que ter de abandonar a aeronave em vôo. Necessário um briefing na nacele.

Nota: Beggs/Müller: Gene Beggs (Estados Unidos) e Eric Müller (Suíça) desenvolveram um método básico de recuperação de emergência de parafuso que funciona para a maioria das aeronaves.

**OK, mas... como é isso mesmo?****NOTA IMPORTANTE: PARAFUSO INVERTIDO.**

As aeronaves aqui tratadas não são homologadas para a prática de parafuso invertido. A manobra em questão é o parafuso acidental invertido, que não deve ser treinado.

Em caso de parafuso acidental invertido, quebre a rotação aplicando pedal contrário e deixando o manche no neutro.

Dica em caso de desorientação, comum em parafuso invertido: aplique o pedal para o lado onde o mesmo estiver mais duro. Ao se quebrar a rotação, aplique todo o aileron e recupere com um meio-tunneaux. Já adianta que devido a atitude do planador ao término do parafuso invertido (nariz para baixo), a recuperação pelo meio looping só poderá ser efetuada se o piloto estiver bem consciente do gerenciamento das forças G e velocidades envolvidas. A abertura de freios poderá ser feita em caso de necessidade mas isso reduzirá o fator de carga permitido. O meio-tunneaux é sempre a melhor e mais segura saída, em caso de manobra acidental. Também a recuperação na maioria dos planadores nunca deverá ser efetuada em vôo invertido uma vez que o risco de exceder o G negativo máximo aceito pelo planador é grande. Também no aspecto físico, você estará vindo de uma manobra onde certa dose de desorientação já pode ser esperada somada a fortes G negativos.



## Lição 5 Looping

### → MANOBRA: LOOPING

**Velocidade inicial:** 170 km/h (1 pessoa), 180 km/h (2 pessoas).

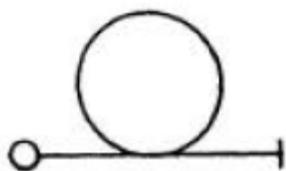
**Entendendo a manobra:** A aeronave descreve um círculo no ar. O looping perfeito é realizado respeitando-se 3 regras básicas:

1. Eixo: o planador tem de iniciar o looping em uma proa e terminar na mesma proa. Muito embora os planadores não possuam o contra-torque do motor para desviar o rumo durante a manobra, isso pode acontecer com vento cruzado. Utilize o horizonte no início da manobra, no dorso e no final da manobra para manter o eixo.
2. Círculo perfeito: o piloto tem de variar consideravelmente a pressão sobre o manche, trabalhando sempre velocidade versus força G.
3. Altura: como não tem motor, para terminar um looping na exata altura de onde o mesmo foi iniciado, tem-se de perder velocidade.

A famosa lenda de que a manobra foi executada com perfeição quando sente-se um “bump” no final do looping, significando que você acabou pegando sua própria esteira de turbulência criada no início do looping, não é verdadeira. Um looping em condições de vento nulo, que não respeite os pontos 2 e 3 acima, acaba por fazer você pegar o seu “bump”. Ou ainda em condições de vento cruzado e considerando o caso 1 acima, se você pegar o seu “bump” significa que errou o looping por perder o eixo (ambos, planador e “bump” deslocados pelo vento). Mas que é gostoso pegar seu “bump”, ah isso é. É como reencontrar um velho amigo.

A melhor dica para efetuar um looping com perfeição é utilizar ao máximo os recursos que você possui para ter certeza de que está saindo tudo conforme o planejado, ou seja, utilize as referências cruzadas de horizonte com asas e canopy. Exatamente igual a uma navegação onde você vai checado os seus “estimados”, em um looping deve-se fazer o mesmo.

### Figura FAI:



### Voando:

- Procure uma referência no solo.
- Defina uma linha de 45° até atingir a velocidade de início da manobra.
- Cabre firmemente, mas não abruptamente, para cerca de 3,5 Gs, mantendo o nivelamento olhando para o nariz do planador.
- Assim que o horizonte desaparecer, olhe para a asa.

- A 120° de pitch (depois da vertical), comece a aliviar o manche.
- Segure o planador com G zero no topo, alongando o dorso. Mude a referência visual para o nariz e aproveite para nivelar as asas no dorso se necessário. Lembre-se que você estará no dorso com G positivo, logo os comandos de aileron não estarão invertidos.
- Deixe o planador cair o nariz e ganhar velocidade.
- Comece a cabrar novamente a partir de 30° abaixo da linha do horizonte, mantendo 3,5 Gs.
- Recupere com cerca de 20 km/h a menos que na velocidade inicial.

### **Erros comuns:**

- Pouca velocidade inicial.
- Pressão no manche no início da cabrada exercida muito devagar (atinge 3,5 Gs tardiamente).
- Não cabrar gradativamente na subida.
- O mais comum: por uma razão que remonta a anos fazendo “reversos” (seja lá o que isso seja), o piloto logo no início da cabrada tem a tendência de aplicar pé e mão para os lados.
- Criar um G negativo “artificial” no topo, espetando o manche.
- Não nivelar as asas no topo, mesmo no pré-estol.
- Não compensação dos efeitos do vento, resultando em perda da referência.
- Utilizar o compensador atuantemente durante toda a manobra: Desta maneira o looping pode ser efetuado com relativa leveza de comandos uma vez que o uso do compensador diminui bastante a pressão sobre o manche. Mas por outro lado o uso do compensador conseqüentemente diminui a sensibilidade, geralmente ocasionado estol no dorso.

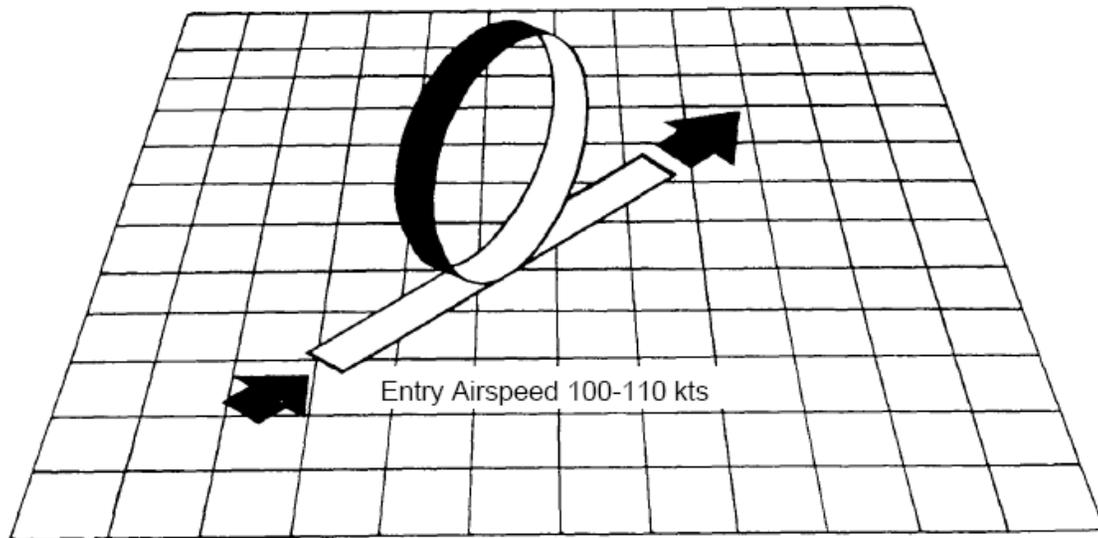
### **Se as coisas derem errado:**

Se a atitude/velocidade não for a ideal até:

- Bem antes da vertical: Aborte a manobra picando lentamente.
- Antes da vertical/na vertical: Aborte a manobra dando um pouco de aileron, picando muito pouco e dando pedal, ou seja, fazendo um “hammerhead” mal feito.
- Após a vertical: Cabre todo o manche assim que a velocidade reduzir um pouco mais. Abra o freio se necessário.
- Em caso de parafuso no dorso, nunca recupere em vôo invertido.

Nota: O primeiro looping foi realizado pelo Tenente Pyotr Nikolaevich Nesterov, do Serviço Aéreo Imperial Russo. Em 1913 levou seu monoplano Nieuport IV até 3.000 pés sobre Kiev, Ucrânia. Então cortou o motor e mergulhou, uma vez que as aeronaves nesta época não tinham manete de potência e o motor só poderia estar a pleno ou cortado. A 1.900 pés ele cabrou forte e ligou o motor para ajudar na subida. Depois desligou novamente o motor no topo e foi para pouso, sendo imediatamente preso por colocar em risco propriedade do estado. Depois de 10 dias seus superiores entenderam o significado de seu feito, e ele foi liberado e promovido. Morreu 1 ano depois, logo nos primeiros dias da I Guerra Mundial, e seu nome é lembrado através da Nesterov Cup, que é o prêmio entregue para a equipe vencedora do campeonato mundial de acrobacia.

**OK, mas... como é isso mesmo?**



### **Coisas gostosas para se fazer:**

Que tal uma sequência ininterrupta de loopings? Obviamente a quantidade de loopings que você irá realizar será diretamente proporcional a sua altura inicial, a sua capacidade de gerenciar energia, e a qual altura você deverá cessar os loopings. Claro que estamos tratando deste assunto dentro dos contextos de segurança já abordados aqui, em termos de altura mínima de segurança, parar as manobras bem antes dos olhos começarem a querer trocar de lado, etc.

Logo cedo neste processo divertido você descobrirá que se fizer “éles” em vez de loopings redondos, passando sempre estolado no dorso, poderá fazer um número maior de manobras pois desta maneira a troca de energia cinética por potencial será máxima (nariz para cima por mais tempo). EVITE esse caminho fácil, você quer fazer loopings ininterruptos e não “éles” ininterruptos.

Bob Hoover, pilotando um P-40 durante seu treinamento na USAF, tendo uma vez que atingir alvos fixos terrestres e achando tudo aquilo muito chato, inventou de atingi-los fazendo loopings. Faça o mesmo mas sem atingir ninguém!

Estabeleça um ponto no solo (a cabeceira da pista por exemplo) e faça tantos loopings quanto possível como se estivesse “metralhando” um alvo. Após uma série de loopings você poderá verificar se está passando do ponto, se adiantando ou movendo-se lateralmente, e por isso mesmo essa sequência é um excelente treinamento. Mas não reduza suas margens de segurança apenas para bater o seu “recorde” anterior!

Como dado adicional, já registrou-se mais de 150 loopings ininterruptos em um Grunau Baby.



## Lição 6 Invertido reto nivelado

### → MANOBRA: INVERTIDO RETO NIVELADO

**Velocidade inicial:** 130 km/h (1 pessoa), 140 km/h (2 pessoas).

**Entendendo a manobra:** Vôo invertido reto nivelado, visando a adaptação de atitudes no dorso:

- Manter referências no solo;
- Acostumar com G negativo;
- Controle do fluxo sanguíneo através de enrijecimento dos músculos (principalmente pernas, braços e abdômen);
- Comandos primários;
- Visualização e checagem dos instrumentos: velocímetro (manter a 130 ~ 140 km/h), climb (em geral -3 m/s), altímetro (mínimo de 500 metros, o necessário para uma recuperação mal sucedida) e claro, nosso instrumento mais tecnologicamente avançado, o “barbantinho”.

#### **Voando:**

- O planador deverá ser mantido na posição bem acima do horizonte. Nesse primeiro momento, prioritariamente mantenha atenção ao velocímetro, mantendo-se na faixa de velocidades estipulada.
- Utilize o compensador. Dependendo do peso do piloto, todo o compensador pode ser necessário.
- Efetuar pequenas correções para manter o vôo nivelado, lembrando que os comandos de pedal permanecem idênticos, mas os de aileron funcionam ao contrário. Manche para a direita faz a asa direita levantar e o planador vai para a esquerda. Dica: abaixe a asa na direção de onde pretende-se corrigir.

#### **Erros comuns:**

- Deixar o nariz cair e a velocidade exceder a  $V'_{ne}$ . Mesmo com compensador todo a frente, na maioria dos planadores (principalmente biplaces) uma considerável pressão no manche à frente deverá ser exercida. Esteja preparado para isso para quando chegar a hora do “ tá contigo!”.
- Descoordenação entre pé e mão.
- “Descobrir” a existência de objetos soltos, cintos frouxos, pontas de cinto que “batem” na cara, roupa inadequada (camisas sem gola) deixando feridas no pescoço.

#### **Atenção (válido para o Puchacz):**

- Na  $V'_{ne}$ , o fator de carga máximo permitido é de apenas - 1,5 G.



**Lição 7****Invertido com curvas e coordenação****→ MANOBRA: INVERTIDO COM CURVAS E COORDENAÇÃO**

**Velocidade inicial:** 130 km/h (1 pessoa), 140 km/h (2 pessoas).

**Entendendo a manobra:** Vôo invertido com coordenação de 1º tipo e de 2º tipo. Lembrando que os comandos de pedal permanecem idênticos, mas os de aileron funcionam ao contrário.

**Voando:**

1. Coordenação de 1º tipo: Escolha um ponto no horizonte. Dar pedal contrário ao manche, sempre com pequenas correções de leme. Devido a atitude bem acima do horizonte, dificilmente o nariz será mantido fixo no ponto. Mantenha a velocidade constante.
2. Coordenação de 2º tipo: Manche para a direita faz a asa direita levantar e o planador vai para a esquerda. Dica: abaixe a asa na direção de onde pretende-se ir. Pequenas inclinações somente.
3. Curvas: Fixe um ponto a 90º e abaixe a asa e dê pedal na direção do ponto. Espete o manche suavemente para manter a atitude de vôo pouco acima da linha do horizonte. Especial atenção para:
  - Aumento da velocidade de estol devido ao aumento da inclinação.  $V'_{s1}$  de 120 km/h ou mais são possíveis mesmo com pequenas inclinações.
  - Reduzida margem de fator de carga negativo. Em curva pode-se atingir facilmente -2 Gs e até -2,5 Gs em recuperações, restando então apenas -0,15 Gs “disponíveis”.

**Erros comuns:**

- Deixar o nariz cair e a velocidade exceder a  $V'_{ne}$ .
- Descoordenação entre pé e mão. Dica: Treinar no solo a Coordenação Invertida de 1º e 2º tipos para efeito de familiarização com a troca de comandos.

**Atenção:**

- Mantendo-se a velocidade ideal de 140 km/h, estaremos muito próximos da  $V'_{ne}$  em caso de recuperações demoradas, onde o fator de carga máximo é de apenas - 1,5 G.



**Lição 8****Stall Turn**

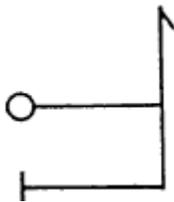
Stall turn ou curva sobre a asa é o nome para planadores do motorizado hammerhead.

→ **MANOBRA: STALL TURN (Hammerhead)**

**Velocidade inicial:** 215 km/h ( $V_{ne}$ , quando aplicável)

**Entendendo a manobra:** Uma linha vertical subindo, seguida de um pivot no topo e uma linha vertical descendo. Uma bela e útil maneira de se efetuar uma mudança de 180° na direção visando a manter-se dentro do box. A alta velocidade inicial (o mais próximo possível da  $V_{ne}$ ) deve-se ao fato que assim consegue-se uma linha vertical ascendente mais longa, enobrecendo a manobra.

**Figura FAI:**



**Voando:**

- Procure uma referência no solo.
- Defina uma linha de 45° até atingir a velocidade de início da manobra.
- Cabre firmemente, mas não abruptamente, para cerca de 3,5 Gs, mantendo o nivelamento olhando para o nariz do planador.
- Assim que o horizonte desaparecer, olhe para a asa e continue cabrando até atingir 90° com a linha do horizonte.
- A velocidade irá reduzir substancialmente, e em certas aeronaves mais pesadas e com baixa  $V_{ne}$  (e.g., Puchacz), você mal terá tempo de definir a asa a 90° com a linha do horizonte e já deverá aplicar todo o pedal para o lado que intenciona efetuar o pivot.
- Este “momento ideal” para aplicação do pedal é o que faz o Stall Turn uma das manobras mais difíceis de serem realizadas perfeitamente em planadores. Dependerá do peso da aeronave, velocidade inicial, razão com a qual a mesma está perdendo energia na subida, força G aplicada no início da manobra, e seria utópico definir aqui uma “velocidade ideal”. Mas em geral, e ao contrário dos “hammers” nos aviões, esta velocidade situa-se bem acima da velocidade de estol, precisamente no momento onde você ainda possui bastante energia para ter efeito no leme sem derrapar na subida devido a uma aplicação antecipada do leme.
- Pivotando: Logo no início do pivot (45°), aplique pouco (muito pouco) aileron na direção oposta, visando a contrabalancear o efeito de rolagem da aplicação do leme, ao mesmo tempo que isto funciona como uma garantia de que se algo der errado, pelo menos o planador vai terminar de cabeça para cima.

- Um pouco antes do topo do pivot, aplique sutilmente um pouco de manche a frente. Idem acima, isto vai evitar que o planador estole em badalo de dorso, além de que “manche à frente” é o que você deverá aplicar para definir a linha vertical descendo.
- Neutralize suavemente os comandos, evitando derrapagens e perdas de eixo para com a referência previamente escolhida, e defina por um curtíssimo período uma linha vertical descendo. Cuidado com o rápido ganho de velocidade.
- Recupere com cerca de 3 Gs em vôo reto nivelado.
- Dica: Comece fazendo stall turns conservadores, ou seja: as primeiras verticais ascendentes devem ter não 90°, mas cerca de 60°. O início dos pivots também devem ser antecipados, resultando em derrapagens que ajudarão a acertar o ponto exato da aplicação dos comandos.
- Dicas avançada para um stall turn perfeito: Esta técnica funciona bem em planadores onde a combinação baixo peso e alta  $V_{ne}$  podem proporcionar stall turns com longas verticais. Em um Puchacz, por exemplo, esta técnica é de aplicabilidade bem mais difícil que em um Jantar, porém não impossíveis. Consiste basicamente de aumentar a eficiência do leme: Logo no início da vertical ascendente deve-se aplicar um pouco de pedal (cerca de 1/3, não mais!) para o lado contrário de onde intenciona-se pivotar. Isto tem de ser efetuado de uma maneira bem discreta, não pronunciada o bastante a ponto dos juízes/platéia notarem o movimento, ou a perda de pontos/harmonia da manobra será uma consequência natural. Tal movimento tornará o leme muito mais efetivo quando da sua real e necessária aplicação para o lado oposto, i.e., na hora do pivot. Lembre-se de compensar qualquer efeito secundário de rolagem causado pela aplicação de leme usando um pouco de aileron.

### **Erros comuns:**

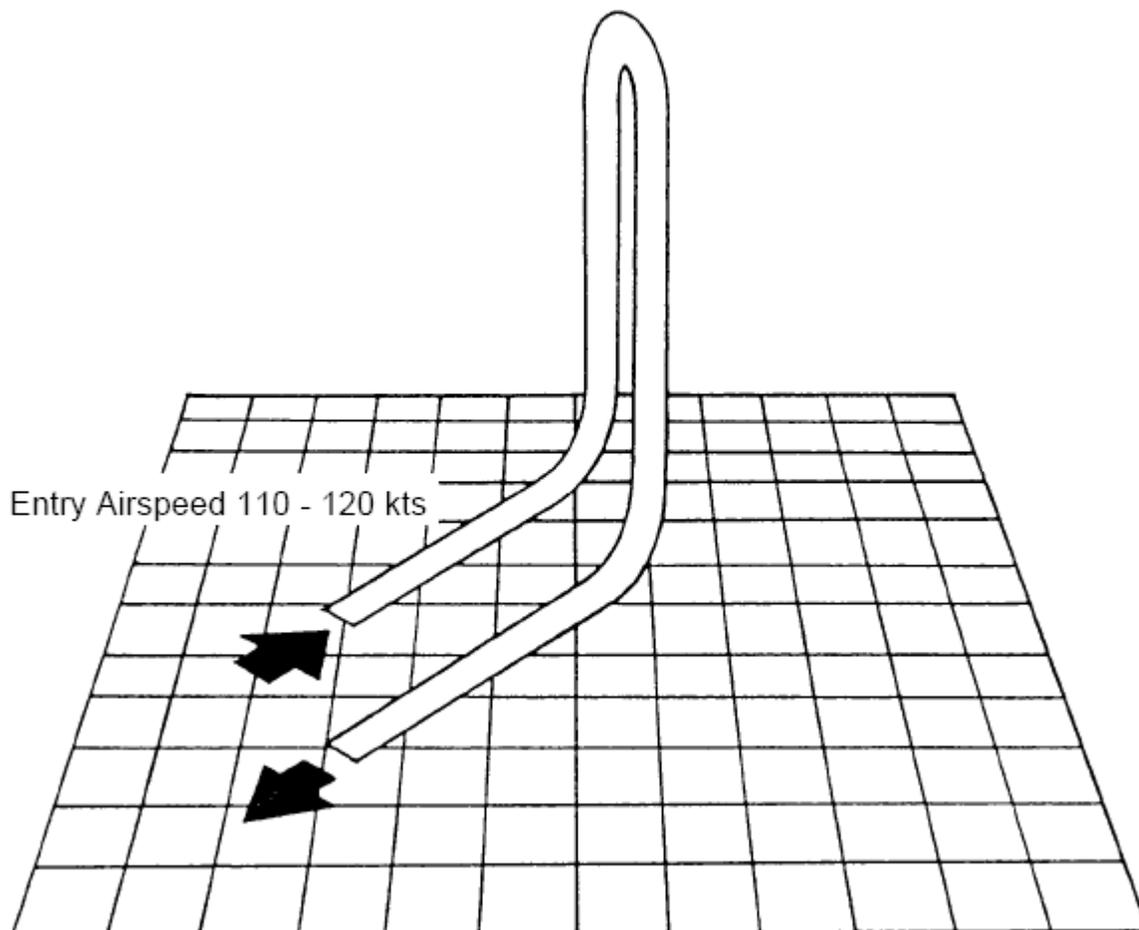
- Pouca velocidade inicial.
- Pressão no manche no início da cabrada exercida muito devagar (atinge 3,5 Gs tardiamente).
- Manter linhas ascendentes/descendentes negativas ou positivas.
- Estolar no topo.
- Definir linhas descendentes por um período longo, excedendo a  $V_{ne}$ .

### **Se as coisas derem errado:**

- O erro mais comum no stall turn é a dificuldade de se efetuar o início do pivot na hora certa. Efetuando-se o mesmo antes da hora resultará na derrapagem do planador, e efetuando-se o pivot tardiamente poderá resultar em consequências mais graves.
- A qualquer momento onde o planador atingir uma posição onde o estol será iminente, deve-se SEMPRE tentar trazer a aeronave para a posição “cabeça para cima”. Em se tratando de planadores, lembre-se de que um mínimo de velocidade já basta para já causar um efeito de mudança de atitude, e às vezes, quando o planador está quase estolado no topo do stall turn, com o nariz bem para cima e antes até de começar o pivot, uma aplicação de manche a frente e/ou leme pode ainda que incredulamente fazer a aeronave estolar de cabeça para cima, com leve G zero ou estol de badalo.
- Rodas para cima: Se for inevitável o estol no dorso, o que possivelmente acontecerá acompanhado de um badalo, coloque os comandos no batente e segure-os firmes até a

recuperação, sendo: leme e aileron para o lado que iria efetuar o pivot e manche cabrado. Treine esta configuração no solo para se acostumar com a posição.

**OK, mas... como é isso mesmo?**





**Lição 9 ¼ Cloverleaf****→ MANOBRA: ¼ CLOVERLEAF**

**Velocidade inicial:** 160 km/h.

**Entendendo a manobra:** Looping com ½ slow roll, terminando a 90° da direção inicial. O Quarter Cloverleaf é uma das mais bonitas manobras acrobáticas em planador, principalmente quando efetuada em sequência ininterrupta de 4, resultando no Full Cloverleaf, ou o famoso “Trevo”. Não é uma manobra reconhecida pela FAI em seu Aerobatic Catalogue (CIVA system), juntamente com a Chandelle, mas é presença marcante nas sequências das categorias Sportsman e Intermediate.

**Voando:**

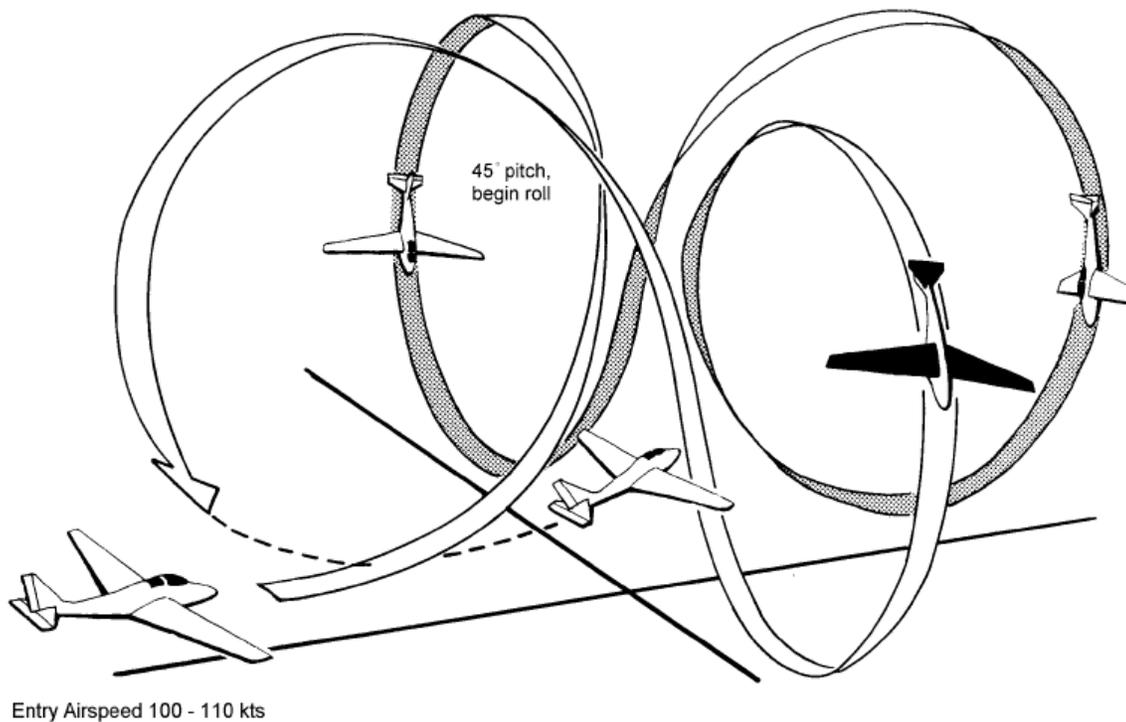
- Procure uma referência no solo.
- Defina uma linha de 45° até atingir a velocidade de início da manobra.
- Cabre firmemente, mas não abruptamente, para cerca de 3,5 Gs, mantendo o nivelamento olhando para o nariz do planador.
- Assim que o nariz passar acima da linha do horizonte, aproveite para nivelar as asas se necessário e comece a rolagem mantendo a mesma pressão no manche.
- No início da rolagem (com pé e mão simultâneos), procure um ponto a 90°, onde o planador deverá terminar apontando no dorso.
- Antes de atingir o topo, alivie o manche para que o planador atinja a posição de invertido com G zero ou positivo mas bem próximo a zero.
- Coordenação é importante, pois o ½ Looping com ½ slow roll devem terminar ao mesmo tempo, ou seja, com o planador invertido no topo, a 90° da direção inicial.
- Aproveite para nivelar as asas no dorso se necessário. Lembre-se que você estará no dorso com G positivo, logo os comandos de aileron não estarão invertidos.
- Deixe o nariz do planador cair e ganhar velocidade.
- Comece a cabrar novamente a partir de 30° abaixo da linha do horizonte, mantendo 3,5 Gs.
- Recupere com a mesma velocidade inicial, para poder entrar imediatamente no próximo Cloverleaf.

**Erros comuns:**

- Pouca velocidade inicial.
- Pressão no manche no início da cabrada exercida muito devagar (atinge 3,5 Gs tardiamente).
- Não cabrar gradativamente na subida.
- Criar um G negativo “artificial” no topo, espetando o manche.
- Não nivelar as asas no topo, mesmo no pré-estol.
- Não compensação dos efeitos do vento, resultando em perda da referência.
- Passar muito veloz no topo, excedendo a  $V_{ne}$  na recuperação. Não se esqueça que a última metade de um Cloverleaf é simplesmente um meio Looping.

**Se as coisas derem errado:**

- Se a velocidade for menor que a ideal no início da rolagem, aborte a manobra mantendo o pedal e aileron para o mesmo lado e espetando o manche, ou seja, fazendo um “hammerhead” mal feito.
- Se passar muito veloz no dorso, espete um pouco e deixe que o G zero reduza a velocidade para então dar início a cabrada. Se o nariz já estiver destacadamente abaixo da linha do horizonte, abra os freios.
- **IMPORTANTE:** o cloverleaf é uma manobra onde a potencialidade de ocorrência de parafuso invertido é considerável, bastando para isso a combinação dos seguintes erros: (i) exceder na rolagem ou não cessar a rolagem após atingir o topo da manobra e (ii) passar no topo no pré-estol ou estolado. Neste caso, o movimento de giro invertido associado a pouca velocidade causará um parafuso acidental invertido (ver “Parafuso invertido”).

**OK, mas... como é isso mesmo?**



**Lição 10 Parafuso Competição****→ MANOBRA: PARAFUSO COMPETIÇÃO****Voando:**

- Atentar para o “tempo” de quebra do parafuso e iniciar a manobra de recuperação de maneira que termine exatamente dentro do número de voltas estipulado.
- Dica: não apenas ceder o manche para parar o parafuso, mas efetivamente picar para ganhar mais velocidade e conseguir uma quebra de rotação mais rápida e precisa.
- Treinar 1, 2, 3 e 4 voltas inteiras, quebras de  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{1}{4}$  voltas e combinações destas (e.g., 2  $\frac{1}{4}$  voltas).
- Definir por uma fração de segundo uma vertical na recuperação.

**Erros comuns:**

- Erro no tempo de quebra do parafuso.
- Demorar um pouco mais na definição e recuperação da vertical, resultando em velocidade acima da  $V_{ne}$  ou fatores de carga acima do máximo.



## Lição 11 Curvas de Competição

### → MANOBRA: CURVAS DE COMPETIÇÃO

**Velocidade inicial: 140 km/h**

**Entendendo a manobra:** Essencial para reposicionamento dentro do box. E sim, isto é uma manobra acrobática. Não subestime-a, pois para voá-la com perfeição é necessário uma boa dose de prática. O planador descreve uma curva de  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  ou  $360^\circ$ , mantendo a mesma altura (com consequente redução de velocidade) e com atenção ao formato da curva.

#### **Voando:**

- A figura se divide em três partes: iniciando a rolagem, iniciando a curva e terminando a curva/rolagem.
- A partir de um vôo reto nivelado, escolha um ponto correspondente a  $90^\circ$  (mesmo que a curva for de  $180^\circ$  ou  $360^\circ$ , um ponto a  $90^\circ$  irá ajudá-lo) ou trace uma linha imaginária no solo, e mantenha-o pré-fixado.
- Inicie o movimento de rolagem fixando o nariz do planador no horizonte, sem cabrar.
- Ao se atingir a inclinação desejada ( $60^\circ$ ), mantenha a posição e inicie o movimento de cabragem, mantendo a altura constante.
- Uma certa dose de pedal contrário poderá ser necessária para se manter o nariz no horizonte.
- Ao atingir o ponto (a  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  ou  $360^\circ$ ), primeiro espete gentilmente e então desfaça a inclinação terminando em vôo reto nivelado.

#### **Erros comuns:**

- Perder o eixo de  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  ou  $360^\circ$ .
- Efetuar uma curva sextavada ou elíptica.
- Perder altura durante a manobra (geralmente os erros advém de pouca velocidade inicial).



**Lição 12****Sequência: ½ slow roll + Dorso + ½ Loop****→ MANOBRA: SEQUÊNCIA: ½ SLOW ROLL + DORSO + ½ LOOP****Velocidade inicial:**

- ½ slow roll: 140 km/h (1 pessoa), 150 km/h (2 pessoas).
- Dorso: 130 km/h (1 pessoa), 140 km/h (2 pessoas).
- ½ Loop: 110 km/h.

**Entendendo a manobra:** Treinamento de sequência.

**Voando:**

- Procure uma referência adiante no horizonte.
- Defina uma linha de 45° até atingir a velocidade de início da manobra.
- Coloque o nariz apenas um pouco acima da linha do horizonte e simultaneamente inicie a rotação usando todo o aileron. No início do treinamento, pode-se colocar o nariz em torno de 15° acima da linha do horizonte.
- Não dê pedal. O comando de aileron causará uma guinada adversa que jogará o nariz do planador para o outro lado, exatamente aonde nós queremos que ele vá.
- Antes de atingir 90°, dê todo pedal contrário à direção da rotação - “pedal para cima” – para manter o nariz acima da linha do horizonte.
- Após os 90°, comece a neutralizar o leme. Atenção para este ponto, pois uma das principais razões para a perda de eixo em slow roll é justamente por se manter o “pedal de cima” aplicado por mais tempo que necessário. Neste caso, em um slow roll para a esquerda pode-se facilmente perder até mais de 30° para a esquerda devido ao retardo em desaplicar os comandos de pedal.
- Em torno de 135°, o manche já deve estar bem aplicado a frente para manter o nariz acima da linha do horizonte. Se prepare para usar uma considerável força (use o compensador se necessário).
- Ao atingir 180°, pare a rotação e mantenha nariz acima do horizonte, no mínimo a 120 km/h.
- Procure uma referência adiante no horizonte e mantenha a linha de vôo no dorso.
- Coloque o nariz um pouco acima da linha do horizonte e espere a velocidade reduzir para o pré-estol (110 km/h). Importante: quando voar muito perto do peso máximo permitido para a configuração invertida, é recomendável que aumente-se a velocidade no dorso para 130 ~ 140 km/h e coloque-se o nariz um pouco mais acima da linha do horizonte, causando um estol a cerca de 90 km/h e possibilitando uma recuperação sem que se exceda a  $V_{ne}$  no final do meio looping.
- Cabre gentilmente, fazendo um arco não muito longo.

**Erros comuns:**

- Não dar todo o aileron.
- Manter o pedal aplicado por mais tempo que necessário.
- Não picar o bastante para manter o vôo no dorso.
- Não quebrar a rotação correta e rapidamente, fazendo uma rolagem de mais de 180°.

- Chegar no dorso com velocidade insuficiente devido a pouca velocidade inicial, rolagem lenta ou nariz muito acima do normal.
- Entrar em estol antes do início do ½ Looping e quebrar a harmonia da figura.
- Deixar a velocidade ficar excessiva devido a velocidade inicial (pré-estol no dorso) alta, recuperação vagarosa, arco muito aberto.

**Se as coisas derem errado:**

- Pré-estol após o ½ slow roll, nivele já cedendo o manche um pouco, ganhe velocidade e vagorosamente recupere em vôo invertido, atentando para a carga G. Controle primeiro o nivelamento das asas com o aileron, depois dê pedal de acordo com o barbantinho.
- Estol após o ½ slow roll e antes do Looping, recupere em meio looping. Abra o freio se necessário.
- Em atitude com o nariz destacadamente abaixo da linha do horizonte e aumento rápido da velocidade, abra os freios e dê todo aileron até a recuperação.
- Em caso de parafuso no dorso, nunca recupere em vôo invertido.



**Lição 13****Sequência: ½ Loop + Dorso + ½ slow roll****→ MANOBRA: SEQUÊNCIA: ½ LOOP + DORSO + ½ SLOW ROLL****Velocidade inicial:**

- ½ Loop: 170 km/h (1 pessoa), 180 km/h (2 pessoas).
- Dorso: 130 km/h (1 pessoa), 140 km/h (2 pessoas).
- ½ slow roll: 140 km/h (1 pessoa), 150 km/h (2 pessoas).

**Entendendo a manobra:** Treinamento de sequência.

**Voando:**

- Faça o meio looping conforme descrito, atentando para uma velocidade inicial 10 km/h maior.
- Antes que o nariz desça abaixo da linha do horizonte, espete o manche firmemente mantendo o nariz acima do horizonte e velocidade de 120 km/h.
- Procure uma referência adiante no horizonte.
- Ceda o manche até atingir 140 km/h.
- Coloque o nariz apenas um pouco acima da linha do horizonte e simultaneamente inicie a rotação usando todo o aileron.
- Aplique pedal contrário a rotação para diminuir a forte guinada adversa.
- Antes de atingir 270°, mude o pedal para o sentido da rotação para manter o nariz acima da linha do horizonte.
- Após os 270°, comece a neutralizar o leme procurando manter o rumo na referência.
- Recupere neutralizando o profundor e aileron.

**Erros comuns:**

- Pouca velocidade inicial/carga G, resultando em estol no dorso ou em velocidade insuficiente para manter o vôo invertido.
- Não dar todo o aileron.
- Levantar muito o nariz no início da rolagem.
- Pouca velocidade.

**Se as coisas derem errado:**

- Em caso de estol no dorso, cabre todo o manche antes que a velocidade comece a disparar. Abra o freio se necessário.
- Em caso de pré-estol no dorso, ceda o manche um pouco, ganhe velocidade e vagarosamente recupere em vôo invertido, atentando para a carga G.
- Em atitude com o nariz destacadamente abaixo da linha do horizonte e aumento rápido da velocidade, abra os freios e dê todo aileron até a recuperação.
- Em caso de parafuso no dorso, nunca recupere em vôo invertido.



## Lição 14

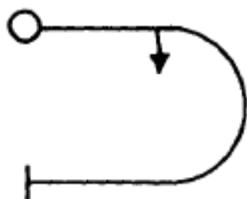
## Split-S

## → MANOBRA: SPLIT-S

**Velocidade inicial:** 140 km/h.

**Entendendo a manobra:** Idem a Lição 12 (½ SLOW ROLL + DORSO + ½ LOOP), com pequenas diferenças quanto a velocidade visando a eliminar/reduzir ao máximo o tempo no dorso, que a priori não faz parte da figura.

**Figura FAI:**



**Voando:**

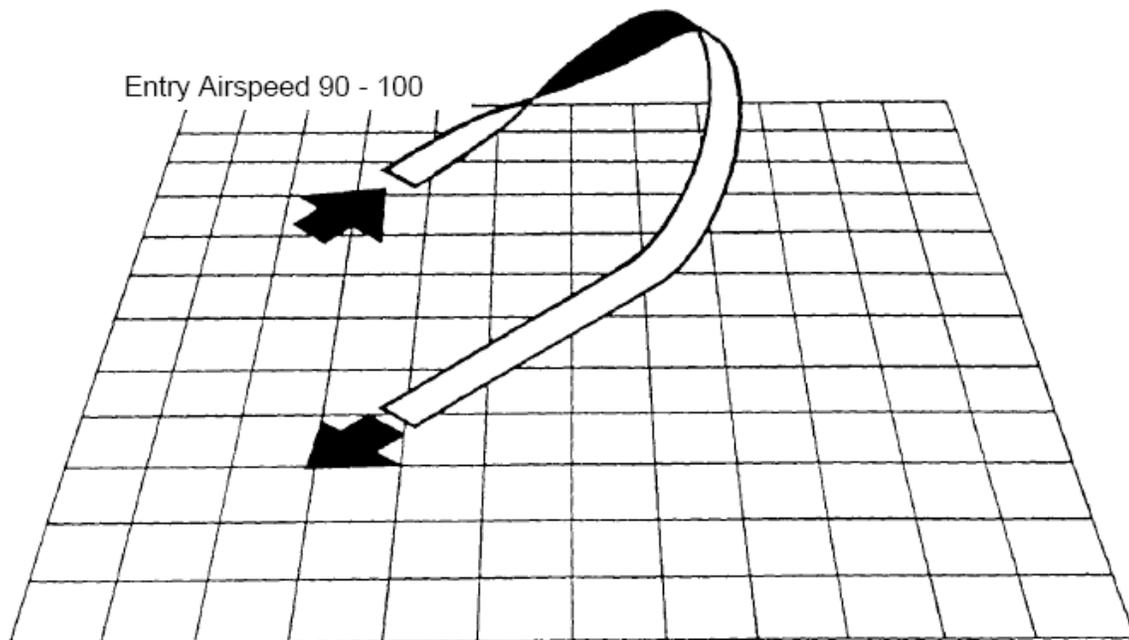
- Procure uma referência adiante no horizonte.
- Defina uma linha de 45° até atingir a velocidade de início da manobra.
- Coloque o nariz apenas um pouco acima da linha do horizonte e simultaneamente inicie a rotação usando todo o aileron. No início do treinamento, pode-se colocar o nariz em torno de 15° acima da linha do horizonte.
- Não dê pedal. O comando de aileron causará uma guinada adversa que jogará o nariz do planador para o outro lado, exatamente aonde nós queremos que ele vá.
- Antes de atingir 90°, dê todo pedal contrário à direção da rotação - “pedal para cima” – para manter o nariz acima da linha do horizonte.
- Após os 90°, comece a neutralizar o leme. Atenção para este ponto, pois uma das principais razões para a perda de eixo em slow roll é justamente por se manter o “pedal de cima” aplicado por mais tempo que necessário. Neste caso, em um slow roll para a direita pode-se facilmente perder até mais de 30° para a esquerda devido ao retardo em desaplicar os comandos de pedal.
- Em torno de 135°, o manche já deve estar bem aplicado a frente para manter o nariz acima da linha do horizonte. Se prepare para usar uma considerável força (use o compensador se necessário).
- Ao atingir 180°, pare a rotação e mantenha nariz acima do horizonte, no mínimo a 120 km/h.
- Coloque o nariz um pouco acima da linha do horizonte e espere a velocidade reduzir para o pré-estol (110 km/h). Importante: quando voar muito perto do peso máximo permitido para a configuração invertida, é recomendável que aumente-se a velocidade no dorso para 130 ~ 140 km/h e coloque-se o nariz um pouco mais acima da linha do horizonte, causando um estol a cerca de 90 km/h e possibilitando uma recuperação sem que se exceda a  $V_{ne}$  no final do meio looping.
- Cabre gentilmente, fazendo um arco não muito longo.

**Erros comuns:**

- Não dar todo o aileron.
- Manter o pedal aplicado por mais tempo que necessário.
- Não picar o bastante para manter o vôo no dorso.
- Não quebrar a rotação correta e rapidamente, fazendo uma rolagem de mais de 180°.
- Chegar no dorso com velocidade insuficiente devido a pouca velocidade inicial, rolagem lenta ou nariz muito acima do normal.
- Entrar em estol antes do início do ½ Looping e quebrar a harmonia da figura.
- Deixar a velocidade ficar excessiva devido a velocidade inicial (pré-estol no dorso) alta, recuperação vagarosa, arco muito aberto.

**Se as coisas derem errado:**

- Pré-estol após o ½ slow roll, nivele já cedendo o manche um pouco, ganhe velocidade e vagarosamente recupere em vôo invertido, atentando para a carga G. Controle primeiro o nivelamento das asas com o aileron, depois dê pedal de acordo com o barbantinho.
- Estol após o ½ slow roll e antes do Looping, recupere em meio looping. Abra o freio se necessário.
- Em atitude com o nariz destacadamente abaixo da linha do horizonte e aumento rápido da velocidade, abra os freios e dê todo aileron até a recuperação.
- Em caso de parafuso no dorso, nunca recupere em vôo invertido.

**OK, mas... como é isso mesmo?**



**Lição 15****Snap roll****→ MANOBRA: SNAP ROLL**

**Velocidade ideal:** 95 km/h (Jantar), 105-110 km/h (Puchacz).

**Entendendo a manobra:** O Snap Roll é uma manobra de autorotação, conseguida através da aplicação simultânea de todo o profundor e todo o pedal. Ou seja, basicamente é um parafuso efetuado reto nivelado. Quando o manche é todo cabrado induzindo um estol de velocidade, a asa de dentro estola e a asa de fora gira em torno da asa de dentro como em um parafuso.

O abrupto movimento nos controles causa um índice de aceleração muito alto, tornando crítica a velocidade de entrada. Logo, tal velocidade não só deve ser seguida à risca como deve se situar bem abaixo da velocidade de manobra ( $V_a$ ) como margem de segurança.

O Snap roll aqui explicado é o positivo (Inside Snap Roll), efetuado cabrando-se a aeronave. O Snap roll que envolve Gs negativos (Outside Snap Roll) não pode ser efetuado pelos planadores em questão. Pode ser efetuado na horizontal, e para planadores da categoria Unlimited, a 45° ou na vertical.

O termo Snap roll é comumente utilizado nas Américas. Na Europa utiliza-se o termo Flick Roll.

**Voando:**

- Mantenha um vôo reto nivelado com a velocidade de 90 km/h.
- Coloque o nariz do planador claramente abaixo da linha do horizonte (entre 10° e 20°) até atingir a velocidade ideal. Isso evitará que a aeronave estole durante ou no fim da autorotação, quando a mesma perde muita velocidade.
- Na velocidade ideal (nem mais, nem menos) aplique simultaneamente todo o manche para trás e todo o leme para o lado que deseja efetuar a rotação.
- O planador efetuará a autorotação com tendência a subir.
- Antes de atingir a posição de 360°, neutralize os comandos e quebre a rotação: pedal contrário e manche à frente ou neutro.
- Se necessário, finalize a rotação com a ajuda dos ailerons.

**Erros comuns:**

- Velocidades erradas, não aplicação de comandos no batente, nariz pouco abaixo da linha do horizonte.

**Se as coisas derem errado:**

O Snap roll é efetuado em baixa velocidade, e por isso se não efetuado corretamente geralmente termina em um parafuso, sendo portanto de fácil recuperação. Mas esteja atento que os efeitos autorotacionais somados a uma entrada não intencional em parafuso podem causar desorientação espacial momentânea, e a recuperação pode demorar mais do que o previsto.

Nota: Esta manobra possui vários tipos de restrições, a saber:

- Vários planadores não são homologados para este tipo de manobra, especialmente os de cauda em “T”. Consulte o manual de cada aeronave antes da execução desta manobra.
- Puchacz: Snap roll somente com 2 pessoas a bordo. Com uma pessoa apenas o planador tende a passar do ponto, entrando automaticamente em parafuso.
- Jantar: Apenas ½ Snap roll é permitido, podendo a aeronave cair de faca ou entrar em parafuso em um snap roll completo.
- Grob: Não homologado para Snap roll.



**Lição 16****½ Snap + ½ Loop****→ MANOBRA: ½ SNAP + ½ LOOP**

**Velocidade ideal:** 95 km/h (Jantar), 105-110 km/h (Puchacz). Em geral considere uma velocidade em torno de 20 a 25 km/h acima da velocidade de estol.

**Entendendo a manobra:** Efetua-se um ½ Snap Roll, com saída/recuperação com um ½ looping.

**Voando:**

- Escolha uma linha de referência no solo.
- Mantenha um vôo reto nivelado com a velocidade de 90 km/h.
- Coloque o nariz do planador claramente abaixo da linha do horizonte (entre 10° e 20°) até atingir a velocidade ideal. Isso evitará que a aeronave estole durante ou no fim da autorotação, quando a mesma perde muita velocidade.
- Na velocidade ideal (nem mais, nem menos) aplique simultaneamente todo o manche para trás e todo o leme para o lado que deseja efetuar a rotação.
- O planador efetuará a autorotação com tendência a subir.
- Antes de atingir a posição de 180°, neutralize os comandos e quebre a rotação: devido à rapidez da manobra, esta “quebra” de movimento poderá ter de ser efetuada com considerável comando contrário, e não apenas comandos neutros.
- Não cabre imediatamente, pois você poderá entrar acidentalmente em um segundo snap roll (desta vez na velocidade e ângulo errados) ou causar um estol de velocidade.
- Você já estará na velocidade de estol no dorso, então defina por 1 segundo o dorso e cabre gentilmente, iniciando o ½ looping.

**Erros comuns:**

- Velocidades erradas, não aplicação de comandos no batente, nariz pouco abaixo da linha do horizonte.
- Devido a neutralização antecipada (atenção ao timing!), recuperação do ½ looping perdendo-se o eixo.
- Devido a neutralização muito tardia, faz-se um snap roll completo e lento, geralmente resultando em parafuso.
- Demora na recuperação do ½ looping, excedendo-se carga ou velocidade máximas.

**Se as coisas derem errado:**

Recuperação padrão de parafuso e looping (ver capítulos).



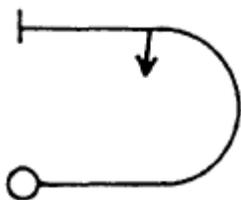
**Lição 17****Immelmann****→ MANOBRA: IMMELMANN**

**Velocidade inicial:** 180 km/h (1 pessoa), 190 km/h (2 pessoas).

**Entendendo a manobra:** Idem a Lição 13 (½ LOOP + DORSO + ½ SLOW ROLL), com pequenas diferenças visando a eliminar/reduzir a linha de vôo no dorso.

**Voando:**

- Faça o meio looping conforme descrito, atentando para uma velocidade inicial 20 km/h maior.
- Antes que o nariz desça abaixo da linha do horizonte (cerca de 20° acima), espete o manche firmemente mantendo o nariz acima do horizonte e simultaneamente inicie a rotação usando todo o aileron.
- Aplique pedal contrário a rotação para diminuir a forte guinada adversa.
- Antes de atingir 270°, mude o pedal para o sentido da rotação para manter o nariz acima da linha do horizonte.
- Após os 270°, comece a neutralizar o leme procurando manter o rumo na referência.
- Recupere neutralizando o profundor e aileron.

**Figura FAI:****Erros comuns:**

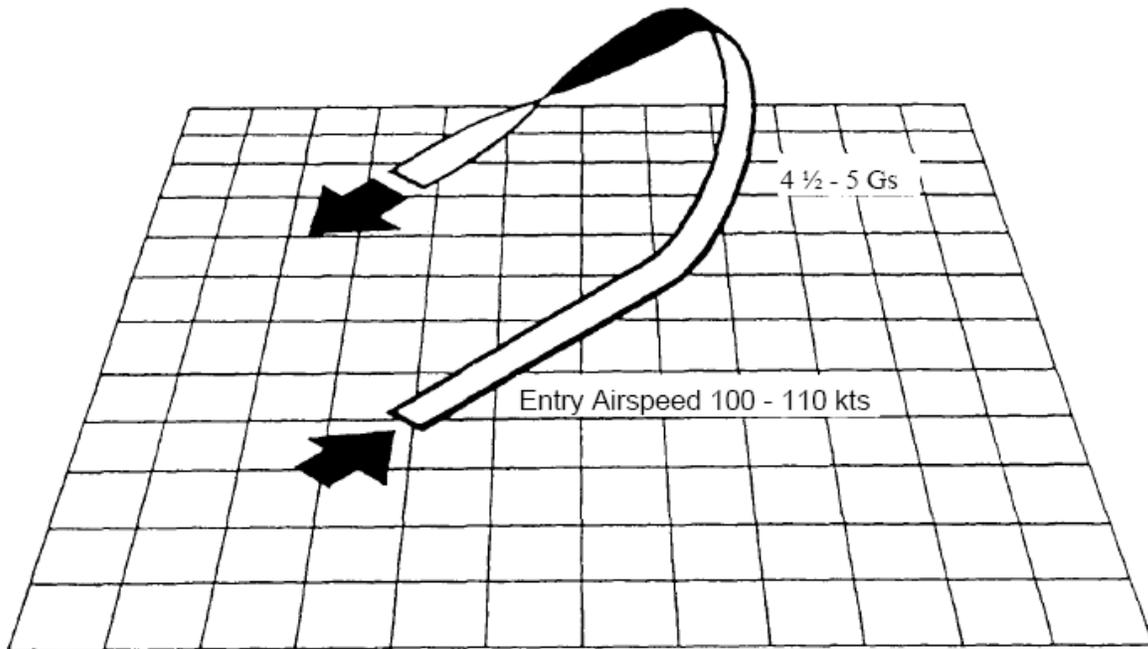
- Pouca velocidade inicial/carga G, resultando em estol no dorso ou em velocidade insuficiente para manter o vôo invertido.
- Não dar todo o aileron.
- Levantar muito o nariz no início da rolagem.
- Pouca velocidade.

**Se as coisas derem errado:**

- Em caso de estol no dorso, cabre todo o manche antes que a velocidade comece a disparar. Abra o freio se necessário.
- Em caso de pré-estol no dorso, ceda o manche um pouco, ganhe velocidade e vagarosamente recupere em vôo invertido, atentando para a carga G.
- Em atitude com o nariz destacadamente abaixo da linha do horizonte e aumento rápido da velocidade, abra os freios e dê todo aileron até a recuperação.
- Em caso de parafuso no dorso, nunca recupere em vôo invertido.

Nota: Max Immelmann, o ás Alemão da I Guerra Mundial, nunca efetuou a manobra com o seu nome. A frágil estrutura de seu Fokker monoplano nunca suportaria tal combinação de fator de carga com rolagem no topo. Max foi sim um ás em criar e utilizar a seu favor o elemento surpresa nos combates, efetuando técnicas que envolviam reversões rápidas, chandelles e hammerheads.

**OK, mas... como é isso mesmo?**





**Lição 18****Oito Cubano****→ MANOBRA: OITO CUBANO (Cuban Eight)**

**Velocidade inicial:** 170 km/h (1 pessoa), 180 km/h (2 pessoas).

**Entendendo a manobra:** O treinamento inicia-se com o ½ Oito Cubano: Um meio looping seguido de uma linha de 45° e um half roll. Esta manobra sendo efetuada duas vezes em sequência originará o “Oito Cubano”.

**Figura FAI: Oito Cubano e Oito Cubano Reverso****Voando:**

- Note que os primeiros 5/8 desta manobra devem se parecer com um looping.
- Assim que o nariz iniciar a passagem pela linha do horizonte, deve-se iniciar o half roll.
- Dica: O segredo do Oito Cubano, para que você não perca o eixo: Se a rolagem for iniciada com uma pressão - mínima que seja - no manche para trás (resquícios do ½ looping), o planador tenderá fortemente a sair a 90 graus da proa. Ou seja, chegue no topo do looping com o manche já aliviado, e só então inicie a rolagem.
- Note que o half roll deverá ser efetutado com gradativo aumento no comando de manche à frente (haverá G zero nesta parte ou até ligeiramente negativo) visando a manter o planador ganhando a velocidade necessária para efetuar a rolagem e consequentemente manter o eixo. Considerável comando de pedal deverá ser aplicado.
- Após o half roll, manter as asas na linha de 45° descendo.

**Erros comuns:**

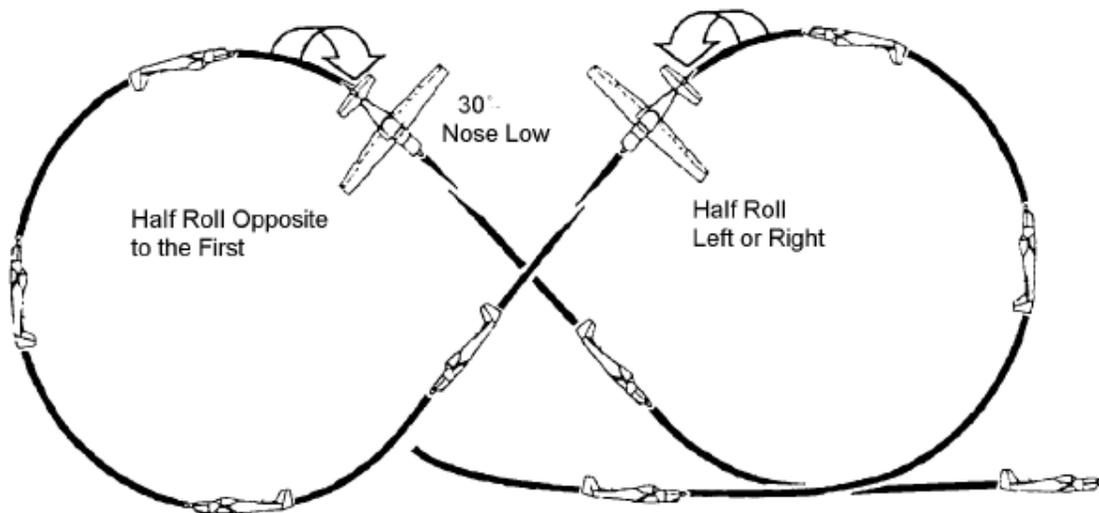
- Perder o eixo devido a aplicação tardia/ineficiente dos ailerons.
- Alguns planadores não aceitam que esta manobra seja efetuada idem aos aviões, i.e., definindo-se uma linha de 45° descendo e somente então iniciando a rolagem. Nesta caso, a velocidade iria aumentar rapidamente e a vagarosa taxa de rolagem do planador seria um convite à valsa, onde iríamos dançar no exato momento em que estaríamos no dorso em ângulo crítico, sem possibilidade de recuperação em um meio looping e prestes a atingir a velocidade máxima no dorso antes de completar a rotação.

**Se as coisas derem errado:**

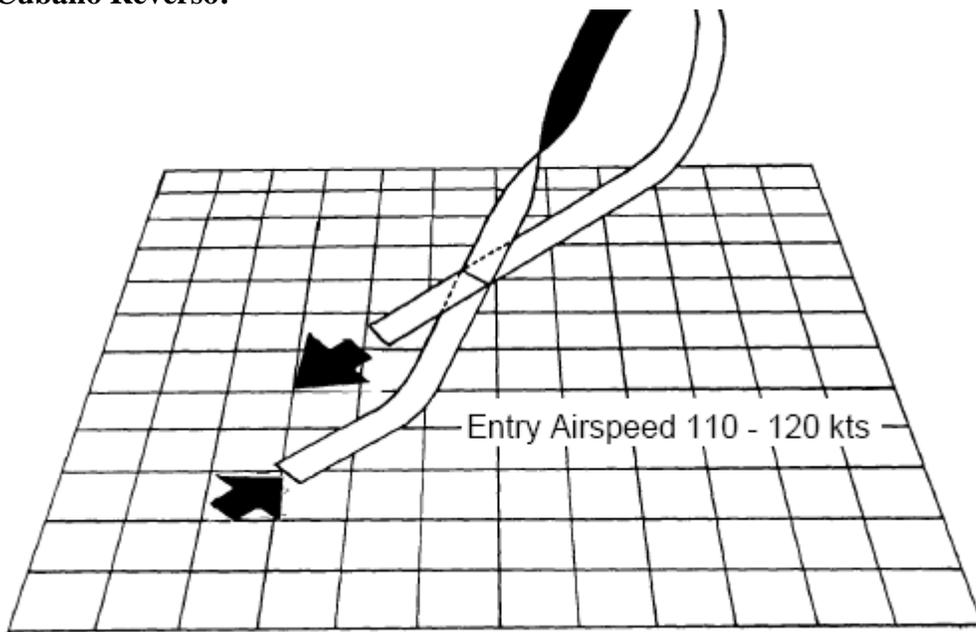
- Enquanto a manobra ainda é um looping, trate-a como um looping.
- Após o início da rolagem, as saídas devem ser efetuidas terminando-se a rolagem, nunca cabrando para se efetuar um ½ looping.

Nota: O piloto americano Len Povey era encarregado de organizar a então iniciante Força Aérea Cubana na década de 30. Nesta função, ele voou um Curtiss Hawk da Força Aérea Cubana para Miami para participar da All American Air Race Meetings em 1936. Ao fazer sua apresentação no estilo livre, ele tinha a intenção de efetuar três snap rolls no topo de um looping, mas percebeu no topo que estava rápido demais para isso, e efetuou um meio slow roll e uma descida. Então resolveu efetuar outro meio looping com outro meio slow roll na descida. Perguntado depois no solo sobre o que era essa manobra que ele acabara de fazer, o rápido Povey respondeu casualmente que era um “Oito Cubano”.

**OK, mas... como é isso mesmo?**



**Cubano Reverso:**





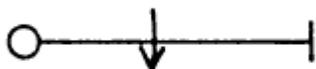
**Lição 19****Slow roll****→ MANOBRA: SLOW ROLL**

**Velocidade inicial:** 170 km/h.

**Entendendo a manobra:** O Slow roll aqui tratado é o Tunneaux no eixo. Note porém que o verdadeiro Slow roll 100% no eixo é praticamente impossível de ser realizado na maioria dos planadores. O nariz irá começar um pouco acima da linha do horizonte e irá terminar um pouco abaixo, típico de aeronaves com asas de perfil assimétrico.

Variáveis: Um pouco diferentes, temos também outros tipos de slow roll que são o tunneaux barril e o aileron roll (tunneaux de aileron). O slow roll permite variáveis tais como slow roll de 2 tempos, 3 tempos (somente para planadores), 4 tempos e 8 tempos. Também o slow roll no eixo, se efetuado com um tempo de pelo menos 10 segundos por cada 360° de rotação, é chamado de Super Slow Roll, uma manobra válida apenas para planadores.

**Figura FAI:**



**Voando:**

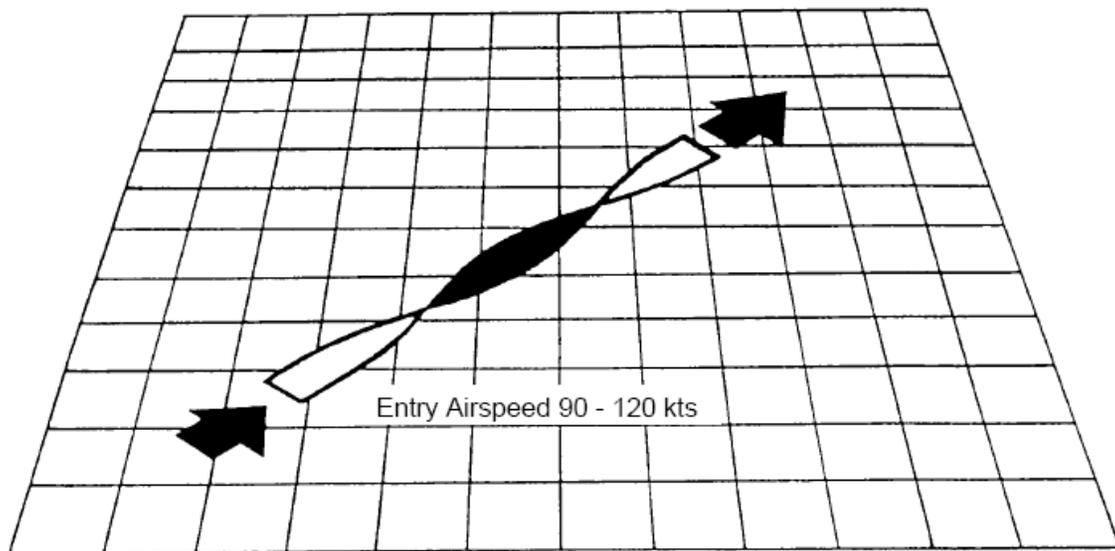
- Procure uma referência adiante no horizonte.
- Defina uma linha de 45° até atingir a velocidade de início da manobra.
- Coloque o nariz apenas um pouco acima da linha do horizonte e simultaneamente inicie a rotação usando todo o aileron. No início do treinamento, pode-se colocar o nariz em torno de 15° acima da linha do horizonte.
- Não dê pedal. O comando de aileron causará uma guinada adversa que jogará o nariz do planador para o outro lado, exatamente aonde nós queremos que ele vá.
- Antes de atingir 90°, dê todo pedal contrário à direção da rotação - “pedal para cima” – para manter o nariz acima da linha do horizonte.
- Após os 90°, comece a neutralizar o leme. Atenção para este ponto, pois uma das principais razões para a perda de eixo em slow roll é justamente por se manter o “pedal de cima” aplicado por mais tempo que necessário. Neste caso, em um slow roll para a direita pode-se facilmente perder até mais de 30° para a esquerda devido ao retardo em desaplicar os comandos de pedal.
- Aplique manche a frente para manter o nariz acima da linha do horizonte.
- Passando dos 180°, comece a defletir o leme no sentido do aileron.
- Ao atingir 270°, utilize todo o pedal no sentido da rotação para manter o nariz acima da linha do horizonte.
- Após os 270°, comece a neutralizar o leme procurando manter o rumo na referência.
- Recupere neutralizando o profundor e aileron.

**Erros comuns:**

- Não dar todo o aileron. Quando as coisas não estão indo muito bem (e devido a vagarosidade, é essa a primeira impressão que temos no Slow roll de planador), há uma tendência natural de reduzir a deflexão dos ailerons. Resista a tentação.
- Fazer o que você aprendeu em toda a sua vida de piloto: Dar pedal para o lado do aileron no início da manobra, fazendo o nariz cair e entrar em vôo de faca ou rápido aumento de velocidade no dorso.
- Não picar o bastante para manter o vôo no dorso.

**Se as coisas derem errado:**

- Continue a manobra com todo aileron. Abra o freio se necessário.
- Em caso de parafuso no dorso, nunca recupere em vôo invertido.

**OK, mas... como é isso mesmo?**

“O avião nunca soube que ele não estava voando reto e nivelado”.

Tex Johnston, melhor piloto de testes da Boeing, explicando ao bravo presidente da companhia porque não havia problema na manobra que ele acabara de executar para uma platéia atônita de 200.000 expectadores. A manobra era um tunneaux barril no protótipo do 707, feita a 400 pés de altura.



**Lição 20 Sequências SPORTSMAN & INTERMEDIATE****→ MANOBRA: SEQUÊNCIA SPORTSMAN & INTERMEDIATE**

Com base nas figuras já estudadas, monte uma sequência que seja harmônica e que lhe proporcione prazer em efetuar-la. Que lhe seja desafiante, mas dentro do seu nível de proficiência!

A idéia é efetuar um treinamento onde preferencialmente não haja interrupções.

Em caso de erro de uma manobra, lembre que você não deve prejudicar toda a sua sequência por causa disto. Interrompa a manobra (física e principalmente mentalmente!) e continue na sequência voando cada manobra como se fosse única, tentando atingir o melhor desempenho possível em cada uma. Um belo conjunto será uma simples consequência disto.



## Capítulo 4

### Os Planadores

Aqui vamos tratar dos planadores mais utilizados em acrobacias no Brasil. Todos tem a característica comum de poder efetuar o vôo invertido, o que aumenta em muito o repertório de manobras e os situam (com restrições, e.g., ao looping e parafuso invertido) na 2ª categoria de vôo acrobático, a Intermediate (após a Sportsman e antes da Unlimited). Outros planadores que suportam o mesmo fator de carga do Puchacz (e.g., PW-5) têm restrições ao vôo invertido e conseqüentemente são considerados na categoria Sportsman.

#### 4.1 SZD 50-3 “Puchacz”

O biplace Puchacz é um excelente treinador que tem as seguintes vantagens:

- 👍 Boa visibilidade;
- 👍 Excelente características de parafuso;
- 👍 Grande área de leme, ajudando em manobras de vôo em faca, hammerhead, parafuso, slow roll (a 90° e a 270°), etc.;
- 👍 Compensador duplo e muito atuante;
- 👍 Grande área de asa, permitindo maior controle de velocidade através de criação de maior arrasto;
- 👍 Freios de mergulho (podem ser abertos até a  $V_{ne}$ );
- 👍 Aprovado para snap roll;
- 👍 Posição do piloto mais deitado, distribuindo as forças G uniformemente pelo corpo e mantendo as pernas quase na altura do coração, refletindo em maior conforto/resistência do piloto a fatores de carga altos e contínuos.

Como desvantagens do Puchacz podemos citar:

- 👎  $V_{ne}$  baixa para acrobacia, obrigando uma maior atenção do piloto;
- 👎 Restrição a parafuso no dorso;
- 👎 Perfil assimétrico, bom para térmicas mas modificando significativamente a  $V_{s1}$  e a  $V_{ne}$  quando no dorso. A margem entre a  $V'_{s1}$  (110 km/h) e a  $V'_{ne}$  (180 km/h) é de apenas 70 km/h, o que requer bastante atenção.

##### 4.1.1 Velocidades

$V_a$  - Velocidade máxima de manobra = 150 km/h, de acordo com a fórmula  $V_a = V_s \times \text{raiz quadrada de } n$  (fator de carga), onde a  $V_s = 65$  km/h e  $n = + 5,3$  G.

$V_{ne}$  – Velocidade nunca exceder = 215 km/h: Definida como 0.9 vezes a velocidade máxima demonstrada em testes de vôo ( $V_{df}$ ), que é igual a 239 km/h.

$V_{ne}$  – Velocidade máxima no dorso = 180 km/h.

$V'_{s1}$  - Velocidade de estol no dorso = 110 km/h.

$V_a$  - snap roll ou Velocidade máxima de manobra para deflexão rápida e combinada de profundor e leme: Geralmente fica entre 60% e 70% da  $V_a$ . No Puchacz essa velocidade é de 105 a 110 km/h.

#### 4.1.2 Pesos - pilotos

Normal:

- Peso total máximo: 195 kg, sendo:
- Peso máximo no assento dianteiro: 110 kg.

Vôo invertido:

- Peso total máximo: 165 kg, sendo:
- Peso máximo no assento dianteiro: 95 kg.

#### 4.1.3 Fatores de carga

$n1$  – fator de carga positivo na  $V_a$ : +5,3 G. Teoricamente o Puchacz teria de resistir até +7,95 G.

$n2$  – fator de carga positivo na  $V_{ne}$ : +4,0 G.

$n3$  – fator de carga negativo na  $V'_{ne}$ : -1,5 G.

$n4$  – fator de carga negativo na  $V'_a$ : -2,65 G. Teoricamente o Puchacz teria de resistir até -3,98 G.

#### 4.1.4 Ailerons

A aplicação de todo o comando de ailerons pode reduzir o fator de carga máximo para +3,5 G ou -1,8 G na  $V'_a$ . Especial atenção para entradas de Slow roll ou half slow roll a partir do vôo invertido.

#### 4.1.5 Freios aerodinâmicos

Quando estão todos abertos, o fator de carga máximo positivo cai para +3,5 G.

#### 4.1.6 Turbulência

Com atividade térmica de apenas 1 G (aproximadamente associada a térmicas de 2 m/s), o Puchacz na  $V_{ne}$  estaria suscetível a um fator de carga de +2,2 G, o que reduziria seu fator de carga máximo positivo para +3,0 G. Um simples looping então, que requer uma entrada com +3,5 Gs, já colocaria a aeronave suscetível a sair do envelope.

#### 4.1.7 Velocidade indicada (VI) e os efeitos da altitude

Considerando um dado aeroporto com altitude de 3.000 pés, somados a altura padrão de início de manobras que é de 4.000 pés, teremos 7.000 pés. Isso causará uma redução na velocidade indicada de 14%.

Hipoteticamente a  $V_{ne}$  do Puchacz deveria ser reduzida no velocímetro em 30 km/h, ou seja, de 215 km/h para 185 km/h, mas como não há referência a estes efeitos no manual da aeronave, tal redução não precisa ser efetuada.

#### 4.1.8 Pré-vôo

Particularmente no Puchacz, deve-se:

- Colocar tapes nas janelas de inspeção situadas atrás do assento traseiro, pois as mesmas podem vir a se soltar em vôo.
- Checar a necessidade de se colocar tapes nas duas janelas de ventilação redondas do canopi, pois as mesmas tendem a abrir na  $V_{ne}$ .
- Checar cuidadosamente as travas do canopi, principalmente a dianteira, que com o tempo pode começar a correr fora do trilho. Em movimentos que causam torção na fuselagem (snap roll, Slow roll), poderá abrir em vôo.
- Ter especial atenção a trava dos cintos de segurança, que com o tempo tendem a ficar ligeiramente abertos.
- Usar camisas de gola, para proteger o pescoço dos cintos em vôo no dorso.
- Atenção a fixação dos pesos (pode-se fazer vôo no dorso com eles).

## 4.2 SZD 48-1 Jantar Std.

O Jantar é um planador muito competitivo em torneios do tipo “Club Class” (com utilização de handicap), e ainda se presta com maestria a acrobacia. Suas vantagens são:

- 👍 Boa visibilidade;
- 👍 Boas características de parafuso;
- 👍 Comandos rápidos de aileron, facilitando manobras de rolagem;
- 👍  $V_{ne}$  muito alta (285 km/h), o que associado a um peso baixo, aumenta o efeito nas manobras como por exemplo na definição da vertical em um hammerhead;
- 👍 Freios de mergulho (podem ser abertos até a  $V_{ne}$ );

- 👉 Posição do piloto mais deitado, distribuindo as forças G uniformemente pelo corpo e mantendo as pernas quase na altura do coração, refletindo em maior conforto/resistência do piloto a fatores de carga altos e contínuos.

Como desvantagens do Jantar podemos citar:

- 👉 Restrição a parafuso no dorso;
- 👉 Restrição a snap roll completo (apenas ½ snap roll é permitido);
- 👉 Cintos de 4 pontos. Para vôos no dorso, é necessária especial atenção neste item, que somente não é crítico graças a posição extremamente deitada do piloto no planador, distribuindo os pontos de apoio.
- 👉 Perfil assimétrico (idem ao Puchacz).
- 👉 Dependendo do desgaste do material, o trem de pouso escamoteável tende a abrir em manobras com G positivo constante (e.g., looping).

### 4.3 Grob G 103 A Twin II ACRO e ASK-21

Dois excelente biplaces, que superam o Puchacz em vários quisitos acrobáticos. Também possuem mais conforto e uma razão de planeio superior (37:1 para o Grob e 33,5:1 para o ASK-21) ajuda nas navegações. Sua vantagens são:

- 👉  $V_{ne}$  alta, aumentando o efeito nas manobras como por exemplo na definição da vertical em um hammerhead;
- 👉 Comandos rápidos de aileron, facilitando manobras de rolagem;
- 👉 Freios de mergulho (podem ser abertos até a  $V_{ne}$ );
- 👉 Velocidades no vôo invertido não são tão afetadas como no Puchacz, permitindo um envelope bem mais amplo.

Como desvantagens destes, podemos citar:

- 👉 Com mais de 170 kg de peso na cabine os parafusos de competição se tornam difíceis de serem realizados. Só com pilotos leves ou voando solo;
- 👉 Não aprovado para snap roll;
- 👉 Perfil assimétrico (idem ao Puchacz).
- 👉 Asas muito rígidas transmitem imediatamente as turbulências para a cabine, causando fadiga aos ocupantes em vôos acrobáticos longos em turbulência.

**Nota sobre o ASK21:** Devido a posição do planador em voo no dorso, o velocímetro marca cerca de 40 km a menos, logo, os limites são reduzidos para (no instrumento) VNE de 240 km/h e VA de 140 km/h, a não ser que seja utilizado um tubo extensor de pelo menos 7 cm no pitot;



## Capítulo 5

### Diagramas de Aresti

Aresti foi um coronel da Força Aérea Espanhola que inventou um meio de representar as figuras acrobáticas de maneira gráfica baseado na performance de um biplano Bücker Jungmeister. Ele desenvolveu também um método de pontuação baseado na multiplicação de um fator de dificuldade, o fator “K”.

Em 1987, considerando o avanço das aeronaves, a Comissão de Acrobacia da FAI (CIVA – FAI Aerobatics Commission) adotou o novo modelo do Catálogo de Acrobacia. A edição de 1993 listava 804 figuras diferentes para aviação a motor e 556 figuras diferentes para planadores.

#### 5.1 Famílias

Basicamente existem apenas 8 “famílias” das quais essas centenas de figuras são derivadas. As “famílias” são:

- Família 1 Lines and Angles (variações de linhas horizontais, verticais e de 45°)
- Família 2 Turns and Rolling Turns (curvas de 90° a 360° eretas e invertidas, rolamentos em curva)
- Família 3 Combination of Lines (combinação da Família 1)
- Família 4 Stall turns (as quatro variações possíveis)
- Família 5 Tail Slides (as oito variações possíveis)
- Família 6 Loops and Eights (Loopings redondos, quadrados e octagonais. Split S e 8's)
- Família 7 Combination of Lines, Angles and Loops (Humpty bumps, cubanos e variações)
- Família 8 Rolls and Spins (slow roll, rolls de 2, 4 e 8 pontos, snap roll e parafusos)

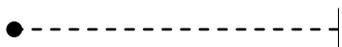
Iremos focar apenas nas figuras que serão voadas conforme o curso prático de 20 lições, e os mesmos serão tratados em cada lição. O básico é o que se segue:

#### 5.2 Figuras

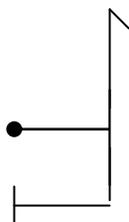
A indicação de início da figura é um ponto preto, terminando com uma linha vertical ou horizontal, quando há mudança de 90° na direção.



No vôo invertido utiliza-se linha pontilhada:



Em algumas manobras a linha de saída é inferior a linha de entrada, o que acontece de verdade em um hammerhead por exemplo.



Rolls, Spins and Flick Rolls: Uma seta inteira equivale a uma rolagem inteira, e meia seta equivale a um meio Slow roll.

O parafuso é representado por um triângulo, com meio triângulo representando meio parafuso. O snap roll é um parafuso bem mais dinâmico, sendo representado então também por um triângulo.

Cabe destacar que diferentemente da acrobacia em avião, em competição uma variação de 5° para baixo é aceita pelos juízes. Outro detalhe importante é que simples manobras de subida e descida a 45° são às vezes necessárias para se obter velocidade para início de outra manobra.

### 5.3 A sequência

A palavra chave é “harmonia”, ou seja:

- As figuras devem estar claramente separadas uma das outras.
- Em intervalos similares de tempo e espaço.
- A velocidade de saída de um manobra tem de ser equivalente a velocidade de entrada da próxima.

A quebra de harmonia ocorre se são efetuadas mudanças de direção entre as figuras ou se as linhas entre uma figura e outra são modificadas em termos de inclinação visando a ganhar ou reduzir velocidade.

#### 5.4 *Desenhando uma sequência*

- Comece com vento de proa.
- Comece no canto superior esquerdo.
- A primeira figura deve ser uma que permita ganho de velocidade, como um parafuso ou um Snap Roll.
- Faça mudanças sutis de direção para não sair do “box”.
- Estude bem as manobras. Desenhar figuras e criar opções de sequências pode ser uma alternativa bem divertida em um dia chuvoso.

#### 5.5 *Fator K*

Cada manobra acrobática possui um coeficiente numérico de acordo com o seu grau de dificuldade, conhecido como Fator K. Este fator é multiplicado pela nota que os juizes darão para cada manobra, e que somados resultarão no total de pontos de cada competidor.

Linha de 45° subindo ou descendo	k7
Looping	k10
Wingover	k12
Curva de 360°	k6
Curva de 360° – invertido	k8
Parafuso	k14
Cloverleaf	k16
Stall turn	k17
Slow roll	k14
Half roll to inverted	k8
Half roll to erect	k8
Cuban eight	k31
Half Cuban	k16
Half reverse Cuban	k19
Split S	k12

Nota: Humpty-Bump, forward and backward: Também conhecido como canopy up ou canopy down, ou pelos Americanos, wheels up ou wheels down. Basicamente é um looping com uma linha vertical na subida e na descida.



## Capítulo 6

### Condições físicas

#### *6.1 Os efeitos das forças G no corpo:*

Em mudanças bruscas de G negativo para G positivo (i.e., meio Looping invertido com meio looping positivo) lembre-se que as forças G se somam. O fato de que você consegue suportar separadamente um looping invertido de  $-3,5$  Gs e um looping positivo de  $+3,5$  Gs não significa que você suportará a sequência ininterrupta destas duas manobras.

##### *6.1.1 G negativo:*

A manutenção de prolongados períodos em G negativo causa redução do batimento cardíaco tão logo o cérebro nota que menos bombeamento é necessário para manter o mesmo nível de sangue. Nestes casos, quando da recuperação com carga G positiva (mesmo que pequena), o cérebro será “pego” desprevenido e haverá um retardo até enviar a ordem de aumentar o bombeamento de sangue, diminuindo consideravelmente a sua resistência a força G.

Em treinamentos com prolongados vôos no dorso tais como curvas e coordenação, evite a saída no meio looping a não ser que você já esteja bem treinado.

A resistência ao G negativo é consideravelmente menor, haja visto que até onde se tem notícia o recorde mundial de permanência em vôos no dorso é de 2:30 horas. Treinamentos “caseiros” como se recostar de cabeça para baixo na parede da sala de estar ajudam a aumentar a resistência e a espantar as visitas inoportunas, que acham que você ficou maluco.

Red-out (visão vermelha): Exposição prolongada e/ou excessiva ao G negativo poderá provocar o “red-out”: o excesso de sangue nas córneas fará com que você comece a ver tudo vermelho, e poderá culminar no estouro de uma veia. Neste caso, você ficará com uma bola de sangue (roxa em geral) na córnea, que em geral demora de 1 a 2 semanas para desaparecer, sem maiores consequências. Mas neste caso é bom procurar um oftalmologista para que você fique logo bom “das vista”.

##### *6.1.2 G positivo*

Estudos mostram que o ser humano normal suporta em torno de 4 a 5 Gs positivos. Nesta faixa, a aceleração cria dificuldades para deixar o sangue subir e circular no cérebro, provocando deficiência na oxigenação, com conseqüente perda da consciência.

Gray-out (visão cinza) ou black-out (visão escura): Os vasos da retina, por serem muito finos, em geral acusam primeiro a falta de sangue, e em caso de G positivo mais forte, o piloto ficará por uma fração de segundos “cego” porém consciente, e depois pede a consciência. O momento que precede ao desmaio chama-se “visão de túnel”, ou cegueira

momentânea, e pode ser destacadamente notado em manobras com G positivo alto e constante como em um Looping. Com treinamento contínuo a resistência a esses efeitos aumenta.

Pilotos de caça usam macacões anti-G, cuja pressão contra o corpo causa um efeito inverso (Lei da ação e reação) ocasionado pelo fluxo sanguíneo. Neste caso, até um limite de forças G bem acima do normal aceitável, não haverá excesso nem falta de sangue no cérebro.

### *6.2 Controle do fluxo sanguíneo*

Ok, você já descobriu o que basta então não deixar haver excesso ou falta de sangue no cérebro para que a resistência às forças G aumente. Considerando que você também não possui um macacão anti-G, o que lhe resta é efetuar o enrijecimento dos músculos (principalmente pernas, braços e abdômen) durante as manobras.

Já houve casos onde um piloto, que nunca havia desmaiado antes, de repente quase apagou em vôo depois de alguns meses de treinamento. O que aconteceu? Ele simplesmente foi adquirindo a proficiência necessária e foi se acostumado com a acrobacia, e então começou a efetuar as manobras com total relaxamento dos músculos. Veja como o corpo humano é sábio: a própria tensão que ele sentia no início do treinamento já deixava seus músculos retesos e com conseqüente manutenção de sangue ali mesmo.

Seguindo esta linha, pessoas altas e magras têm menos propensão a aguentar forças G que as pessoas mais baixas e fortes. Ou seja, o esteriótipo ideal para um piloto acrobata seria um anão halterofilista. Não se surpreenda se você levar aquele seu amigo baixinho para voar querendo dar um "apagão" no sujeito e após uma série de manobras ele continuar lhe dizendo "faça mais!" enquanto você já está quase pedindo água. E como toda regra tem exceção, Bob Hoover é magro e bem alto, até para os padrões americanos.

### *6.3 Adrenalina*

Quando a mente sente que algo interessante está por vir, uma boa carga de adrenalina é solta no corpo. Com isso, você se torna mais ágil, forte, resistente, e seus reflexos ficam mais apurados. Aprenda a usar a adrenalina de maneira positiva, a seu favor, pois ela está ali circulando no seu corpo em quantidade acima do normal justamente para te ajudar.



## Capítulo 7

### Regras Oficiais de Campeonatos de Acrobacia em Planadores

Algumas regras importantes baseadas no Official Contest Rules do IAC – International Aerobatic Club, um livro escrito para definir e homogeneizar regras sobre o julgamento em campeonatos de acrobacia.

#### 7.1 Procedimentos

##### 7.1.1 Box de acrobacia

Uma sequência de acrobacia deverá ser voada em uma área claramente delimitada de 1.000 x 1.000 metros no solo, perto da pista. Os juízes devem estar entre 150 a 250 metros do box.

<b>Categoria</b>	<b>Limite superior</b>	<b>Limite inferior</b>
Sportsman	1.200 mts. (4.000 pés) AGL	450 mts. (1.500 pés) AGL
Intermediate	1.200 mts. (4.000 pés) AGL	360 mts. (1.200 pés) AGL
Unlimited	1.200 mts. (4.000 pés) AGL	180 mts. (600 pés) AGL

Uma aeronave a motor deverá percorrer as linhas superiores e inferiores referentes a cada categoria para que os juízes possam ter uma melhor definição a partir do solo de onde se localiza o box. A aeronave deverá balançar de asas antes de entrar no box, informando assim com mais precisão a delimitação do mesmo.

Cada competidor deverá balançar destacadamente as asas 3 vezes, sinalizando que está Ok e que intenciona iniciar a sequência.

O mesmo sinal de balançar destacadamente as asas por 3 vezes deve ser utilizado para informar que o competidor terminou a sequência e irá abandonar o box de acrobacia.

##### 7.1.2 Interrupção

Um competidor poderá interromper seu programa para ganhar altura, corrigir desvios na proa ou adicionar uma manobra para ganhar altura ou corrigir o rumo. O ganho de altura aqui tratado refere-se a troca de energia cinética por potencial gravitacional.

O competidor receberá zero em todo o vôo se efetuar ganho de altura através de térmicas, orográficas e outros meios de ascensão.

## 7.1.3 Penalidades

<b>Categoria</b>	<b>Sportsman</b>	<b>Intermediate</b>	<b>Unlimited</b>
Interrupção no programa	20	35	70
Infração da altitude mínima até 60 mts. (50 mts. para a Unlimited)	“0” em todo o programa	60	100
Infração da altitude mínima em mais de 60 mts. (50 mts. para a Unlimited)	“0” em todo o programa	“0” em todo o programa	“0” em todo o programa

## 7.1.4 Meteorologia

Se a base das nuvens estiver abaixo de 1.200 metros (4.000 pés) AGL e mais de 750 metros (2.500 pés) AGL, o júri do campeonato pode permitir que os competidores voem programas compulsórios mais curtos.

## 7.2 Programas

<b>Categoria</b>	<b>Known I</b>	<b>Known II</b>	<b>Free</b>	<b>Unknown I</b>	<b>Unknown II</b>
Sportsman	→	→			
Intermediate	→		→	→	
Unlimited	→		→	→	→

As sequências Known (conhecidas) são divulgadas antes do início de cada temporada de competições, e são válidas por toda a temporada.

A sequência Free (livre) é escolhida por cada piloto de acordo com o Catálogo de Acrobacia da FAI, e revela a expressão própria de cada competidor.

As sequências Unknown (desconhecidas) são divulgadas apenas 18 horas antes do horário de quando as sequências estão previstas para serem voadas. É proibido se praticar essas sequências.

7.3 *Julgando*

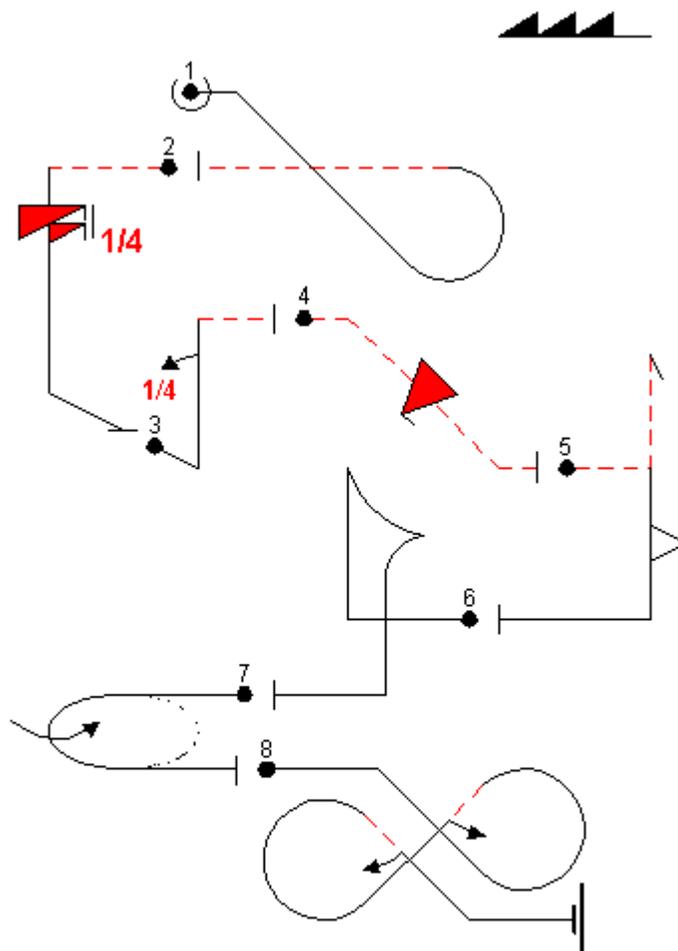
- Quando a aeronave esta voando uma linha horizontal, curva ou manobras de rotação, o julgamento deve se basear na linha do centro de gravidade – CGT (centre of gravity track).
- Quando a aeronave esta voando uma linha de 45° ou vertical, o julgamento deve se basear na linha da corda da asa – ZLA (zero lift axis).



## Capítulo 8

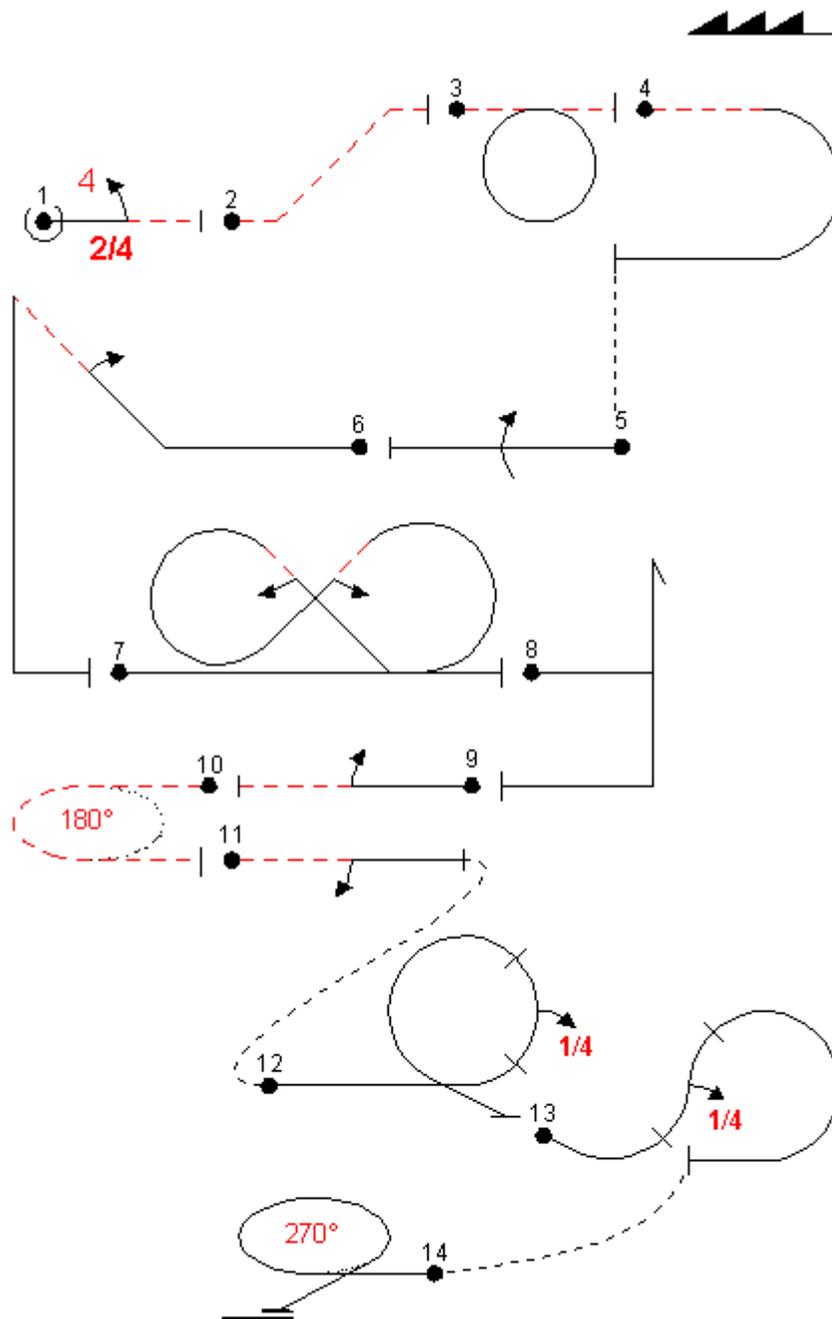
### Sequências

#### BAeA Glider Unlimited Known sequence for 2000



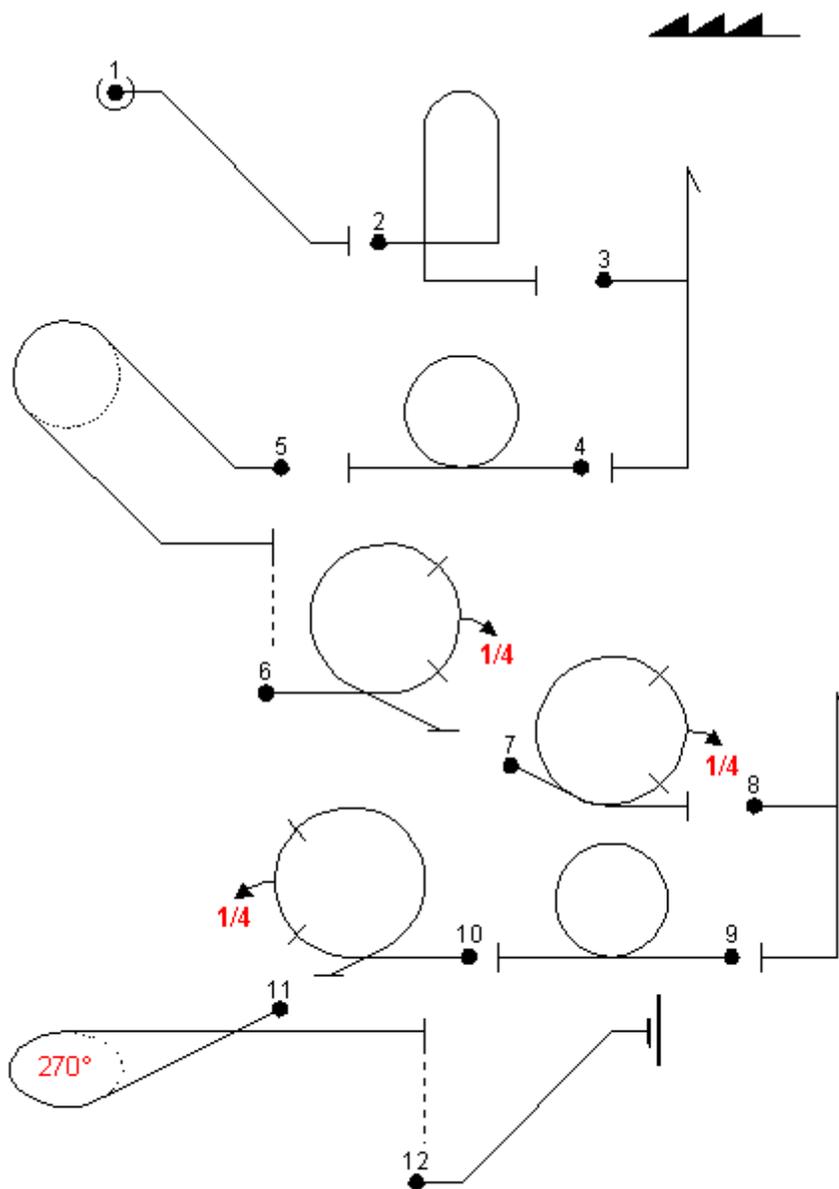
Total K = 190

**BAeA Glider**  
**Intermediate Known #1 sequence for 2000**



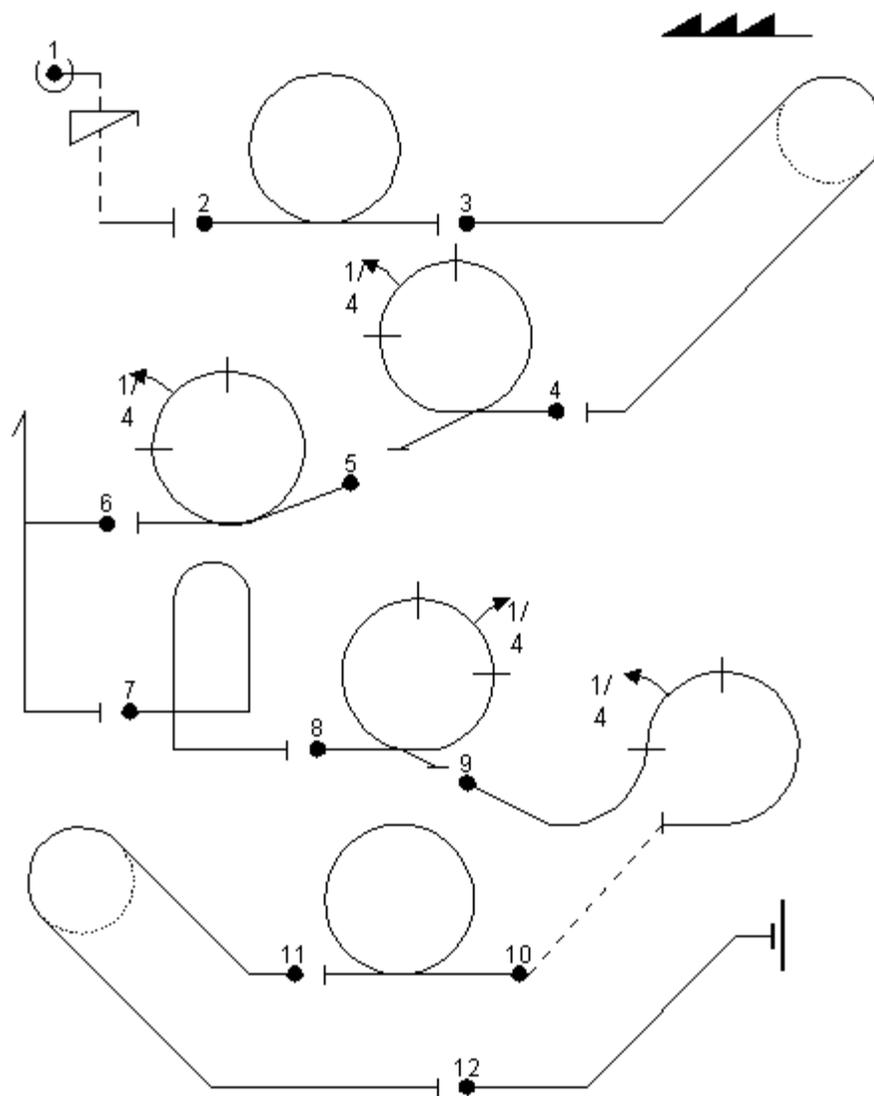
Total K = 176

**BAeA Glider  
Sportsman Known #1 sequence for 2000**



**Total K = 142**

**BAeA Glider  
Sportsman Known #2 sequence for 2000**

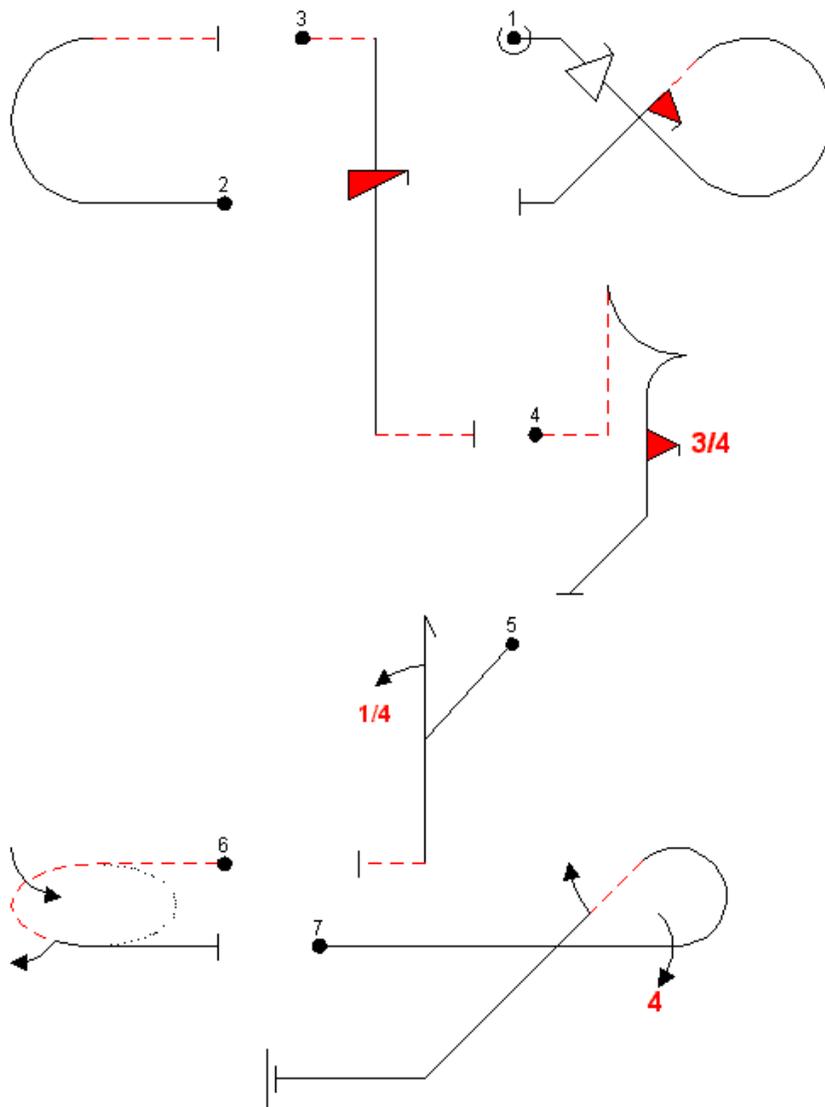


**Total K = 152**

For Dan Smith Trophy, delete spin from Figure 1

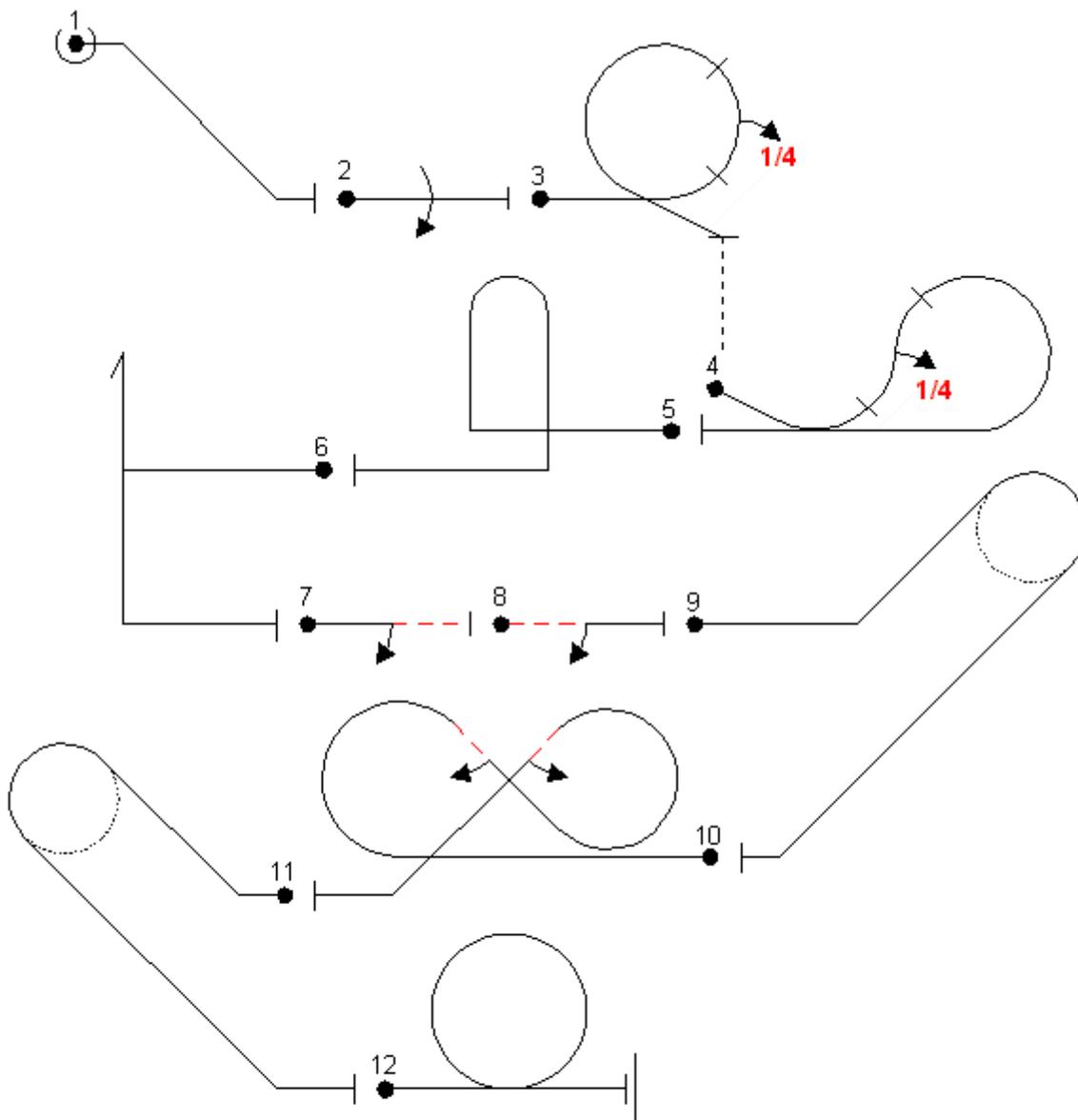
**Total K = 147**

**BAeA Glider  
Unlimited Known sequence for 2001**



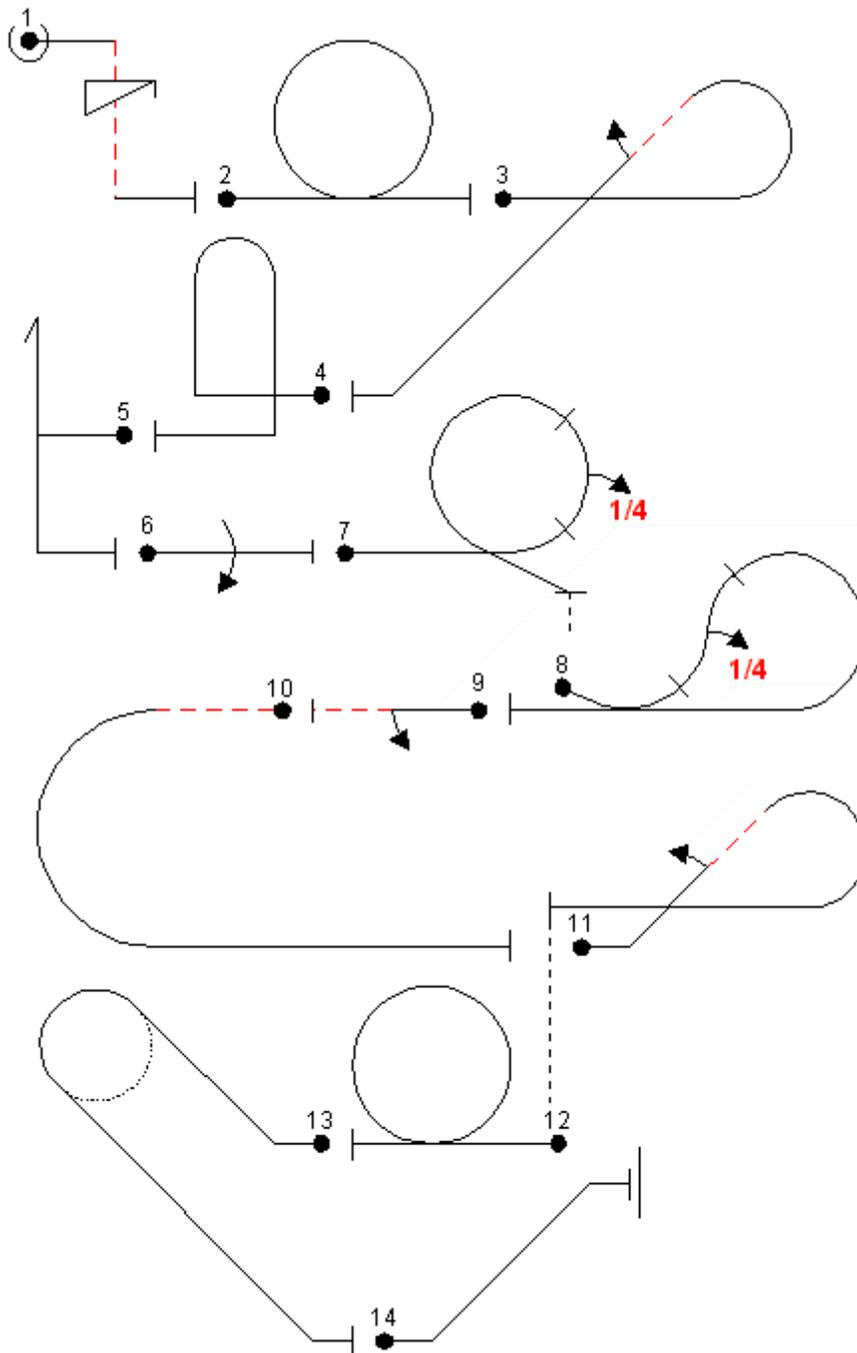
**Total K = 185**

**BAeA Glider  
Intermediate Known #1 sequence for 2001**



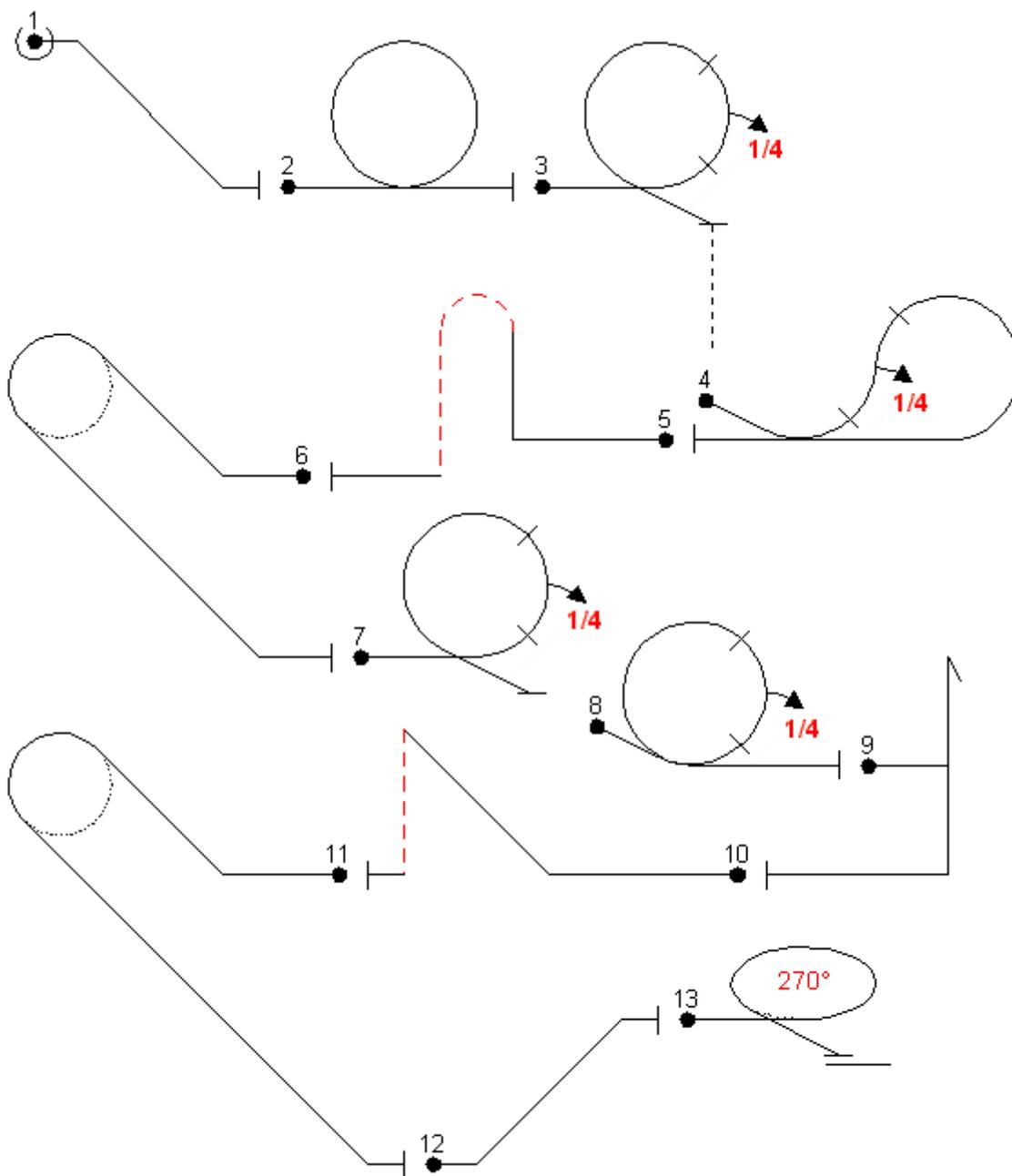
**Total K = 156**

**BAeA Glider  
Intermediate Known #2 sequence for 2001**



**Total K = 175**

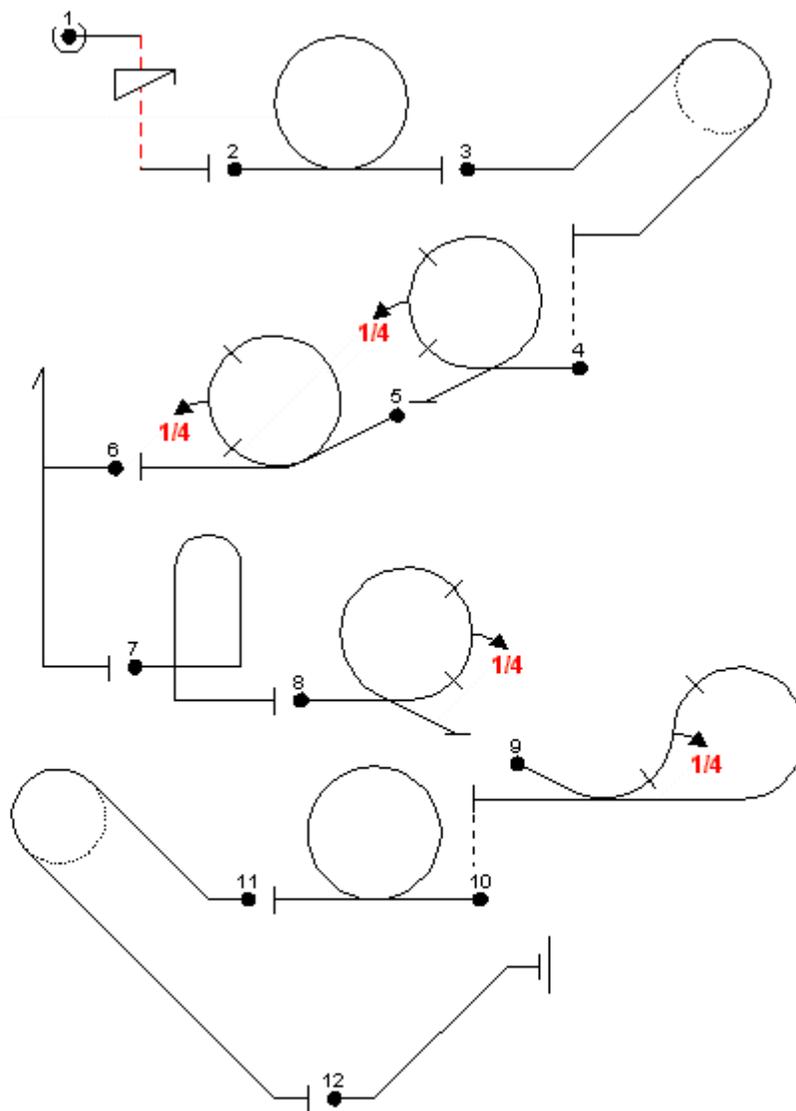
**BAeA Glider  
Sportsman Known #1 sequence for 2001**



**Total K = 154**

**BAeA Glider  
Sportsman Known #2 sequence for 2001**

**Replace spin by  
plain down line for  
Dan Smith Trophy**



**Total K = 152**



## Apêndice I

### Associações de Acrobacia

Federações Nacionais de Acrobacia		
Brasil	<a href="http://www.aeroneon.com.br/acrobrasil/">http://www.aeroneon.com.br/acrobrasil/</a>	<a href="#">Brazilian Aerobatic Association - ACROBRASIL</a>
Canadá	<a href="http://www3.sympatico.ca/donharkness/">http://www3.sympatico.ca/donharkness/</a>	<a href="#">Aerobatics Canada</a>
França	<a href="http://www.france-voltige.org/">http://www.france-voltige.org/</a>	<a href="#">France Voltige - Association Française de Voltige Aérienne</a>
Alemanha	<a href="http://german-aerobatics.de/">http://german-aerobatics.de/</a>	<a href="#">German Aerobatics</a>
África do Sul	<a href="http://www.aeropages.co.za/aerobatics.html">http://www.aeropages.co.za/aerobatics.html</a>	<a href="#">Sport Aerobatic Club of South Africa</a>
Suíça	<a href="http://www.saa.ch/">http://www.saa.ch/</a>	<a href="#">Swiss Aerobatic Association</a>
Inglaterra	<a href="http://www.aerobatics.org.uk/">http://www.aerobatics.org.uk/</a>	<a href="#">British Aerobatic Association</a>
EUA	<a href="http://www.iac.org/">http://www.iac.org/</a>	<a href="#">International Aerobatic Club</a>

#### Planador: Aonde e o que voar?

No Brasil existem vários planadores acrobáticos como o Grob, Puchacz, Blanik, Jantar, ASK21, etc., que são utilizados basicamente para instrução e vôos de navegação. As competições de acrobacia em planadores estão apenas começando, e conseqüentemente não temos nenhum planador da categoria Unlimited como por exemplo o Swift S-1, planador monoplaca polonês que suporta 10 Gs.

Os aeroclubes no Brasil que possuem planadores biplaca homologados para acrobacia são os aeroclubes de Bauru-SP, Bebedouro-SP, Jundiá-SP (APP), Formosa-GO (APC), São Miguel do Oeste-SC, Rio Negrinho-SC, Aeroclube Mineiro de Planadores-MG, entre outros.

## Apêndice II

### Bibliografia

- ➔ Aerobatics – Neil Williams – edição de 1975
- ➔ Basic Aerobatics – Geza Szurovy & Mike Goulian – 1ª edição, 1994
- ➔ FAI Aerobatic Catalogue – 2ª edição, 1999
- ➔ FAI Catalogue of Glider Aerobatic Figures (GAF) – 2ª edição, 1999
- ➔ Flight Manual - Grob 103 A Twin II Acro
- ➔ Flight Manual - SZD 48-1 Jantar Std.
- ➔ Flight Manual - SZD 50-3 “Puchacz” – 3ª edição, 1985
- ➔ Fly for Fun – Bill Thomas – edição de 1985
- ➔ Fly for Fun to Win – Bill Thomas – 1ª edição
- ➔ IAC International Aerobatic Club – Official Contest Rules 1999
- ➔ Sailplane Aerobatics – Les Horvath – 2ª edição, 1985 ~ 1992
- ➔ TG-9A (ASK-21) Aerobatics Techniques Guide – USAF Academy, 1996
- ➔ The Handbook of Glider Aerobatics – Peter Mallinson & Mike Woollard – 1ª edição, 1999.

### Posfácio

- ➔ Se você gostou deste livro, por favor recomende-o aos seus conhecidos. Se não gostou, vá se ferrar. E azar o seu, não devolvo a grana.
- ➔ Críticas a obra podem ser enviadas por correio ao autor. Se juntamente a crítica você enviar uma nota de USD 50, eu garanto que a crítica será muito bem vinda. Se enviar USD 100, eu coloco na próxima edição uma fotomontagem sua dentro de um planador me dando instrução com uma dedicatória “ao meu mestre, fulano de tal, com carinho”.
- ➔ Você é o feliz proprietário de uma edição limitada! (ao toner da máquina de Xerox).
- ➔ Combata a pirataria: se alguém, que não for eu, te oferecer uma cópia xerox deste exemplar, meta a mão na cara do sujeito e denuncie-o a delegacia mais próxima. Se ele for maior que você e mal-encarado, compre um exemplar pra você e um pra mim também (é sempre bom ser amigo desses caras).
- ➔ Obras do autor já prontas, esperando um editor:
  - Rodas para cima! Manual Sobre Acrobacia em Planadores – Edição revisitada com fotos e diagramas.
  - 4 Rodas para cima! Como capotei meu Fusca 67.
  - Cesto para cima! Manual Sobre Acrobacia em Balões (teórico).
  - Caixão para baixo! Manual Sobre Acrobacia em Ultraleves.
  - Pernas para cima! Manual sobre ... (obra censurada).

-----  
✂ corte aqui ✂

#### TOP SECRET

Porque existem poucos pilotos de acrobacia em planador? Por causa das hemorróidas.

Fato: Estudos médicos dizem que a acrobacia em excesso com suas sucessivas cargas G podem ocasionar o aparecimento de hemorróidas em indivíduos propensos a tal. Este fato tem causado sérios problemas para os pilotos acróbatas quando em época de acasalamento, uma vez que ao se apresentarem para as moças pretendentes com os dizeres “Olá, sou o Zé, piloto de acrobacia”, causam nestas um riso incontrolado que significa “Nossa, um piloto de acrobacia! Esse sujeito deve ter os fundilhos estourados!”. Devido a isto, e visando a modificar este cenário sombrio que avacalha com o nosso ato de procriar, há entre os pilotos de acrobacia um código de silêncio para que não se divulgue este “fato” ao mundo. Este código é também conhecido como “Operação Ilhas Cayman – Mantendo Nossos Fundos em Segredo”. Após ler esta mensagem, por favor recorte nas linhas pontilhadas e queime este papel. Será para o bem da nossa raça.

-----  
✂ corte aqui ✂  
-----