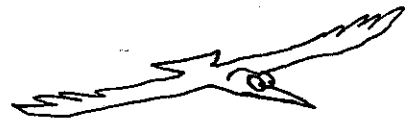
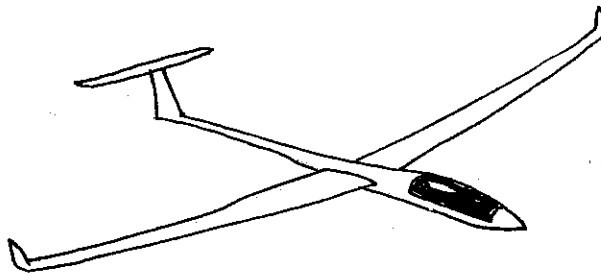


<http://savoir-sans-frontieres.com>



O que querem eles dizer com "bombas" ?



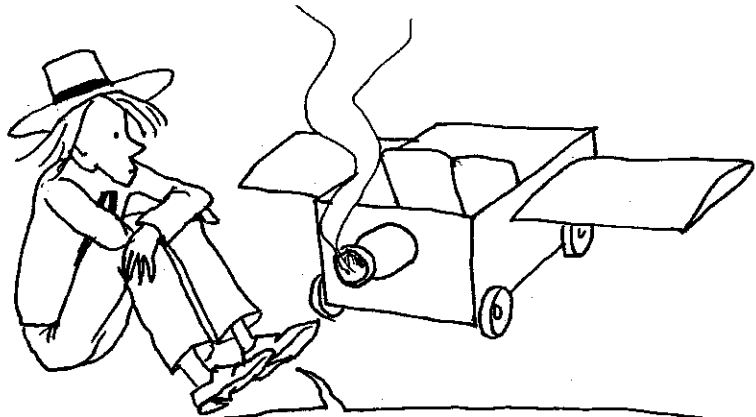
Jean-Pierre Petit

Traduzido por:  
Sónia da Costa

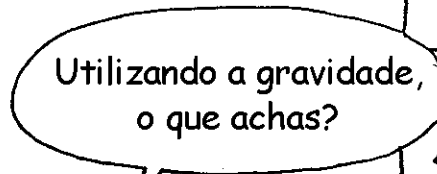
# MECAVOO

2008

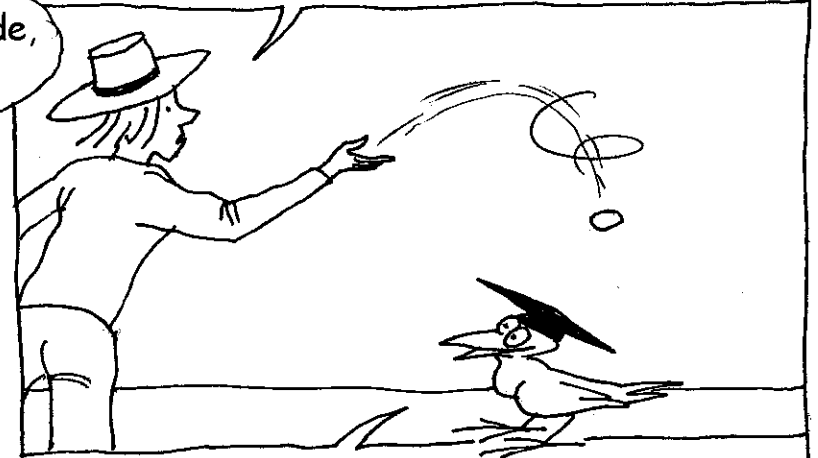
# O VOO PLANADO



A propulsão por foguete... isso é complicado pra caramba! Isto para não falar na poluição que faz e nessas coisas todas. Enquanto eu não arranjar outro sistema de motorização, como hei-de fazer para me sustar no ar?

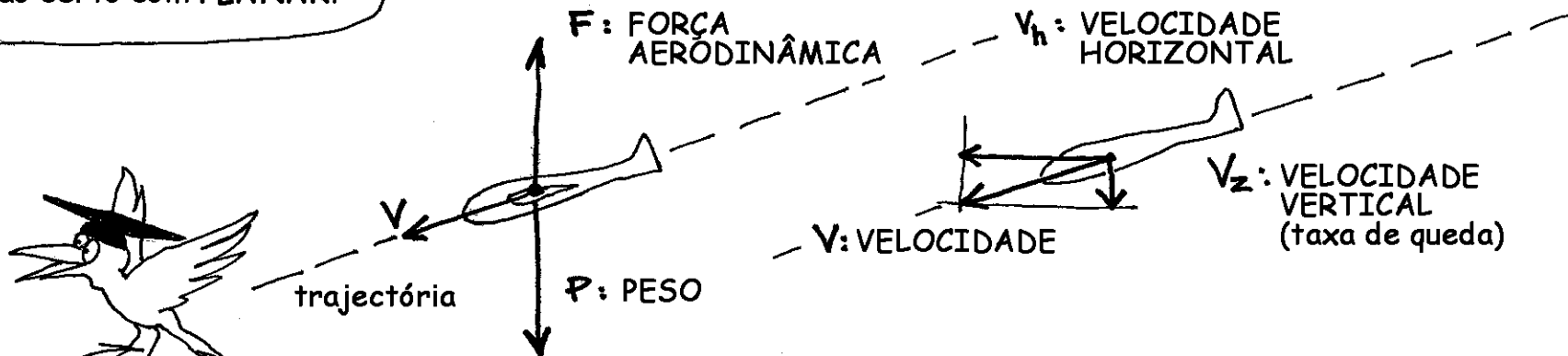


A força da gravidade? Então, mas não é um MOTOR? Se eu deixar cair um calhau, este cai, nada mais. Não se pode considerar isso voar.



Não és obrigado a cair feito uma pedra. Ao PLANARES, pode sempre descer tomando o teu tempo.

O que queres dizer ao certo com PLANAR?

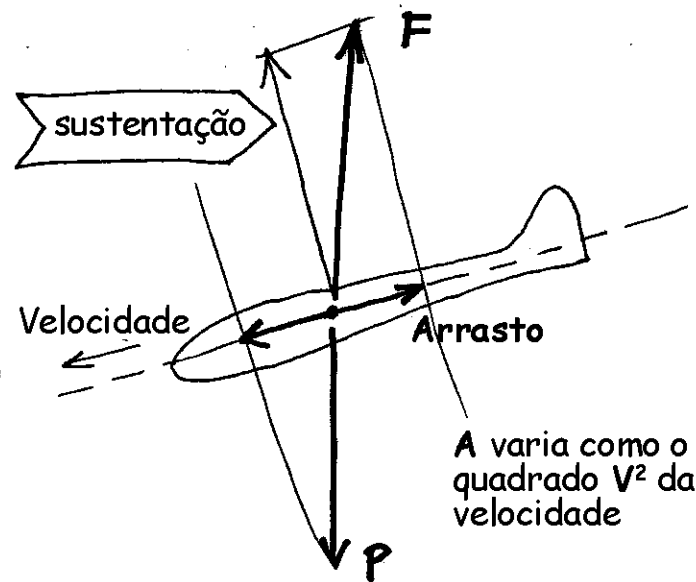


Com ASAS, dá para, se nos deslocarmos a uma velocidade  $V$ , criar uma FORÇA AERODINÂMICA  $F$  proporcional ao quadrado  $V^2$  dessa mesma velocidade.

Se é que estou a interpretar bem o teu esboço,  
o peso  $P$  é directamente oposto à força  $F$ .  
Mas... por que carga de água?



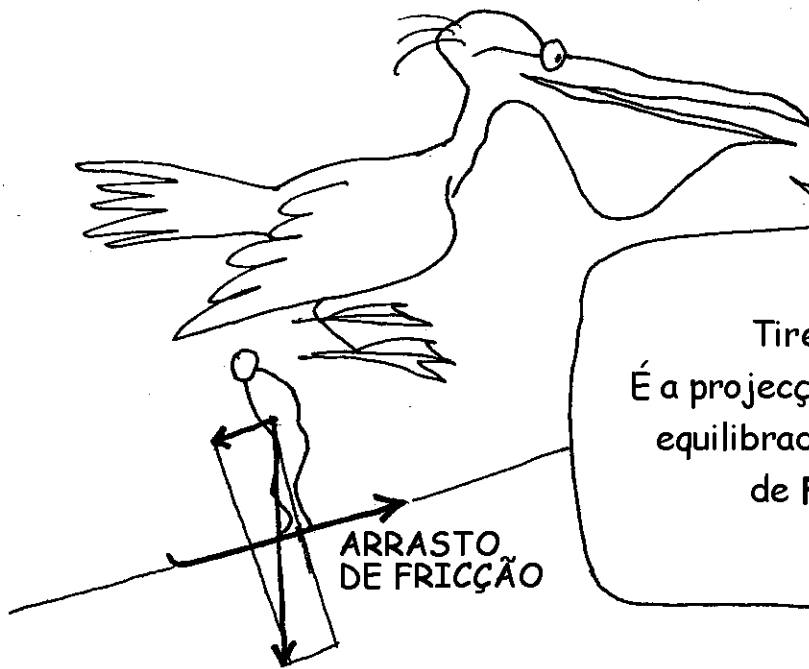
Ora pensa comigo: o desenho corresponde a um **VOO ESTABILIZADO**, a uma velocidade  $V$  constante, correspondendo a um **ÂNGULO DE DESCIDA  $\alpha$** . O movimento do teu **PLANADOR (\*)** vem acompanhado de uma força de **ARRASTO**, que equilibra a componente propulsora do **PESO**.



Por outras palavras,  
é o peso que faz avançar. Isso é  
um autêntico milagre!

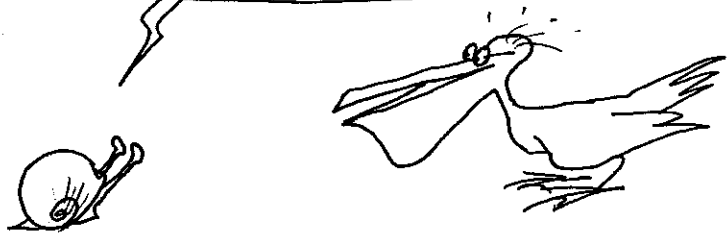


Tiresias, pelo que sei, nunca esquiou. Mas olhe que é exactamente igual. É a projecção do vector peso do esquiador sobre o seu que o faz avançar; Na descida equilibrada, a uma velocidade constante, essa força motriz é equilibrada pela força de **FRICÇÃO** dos esquis sobre a neve, que aumenta com a velocidade  $V$ .



(\*) A que os anglo-saxónicos chamam de **GLIDER** ("deslizador").

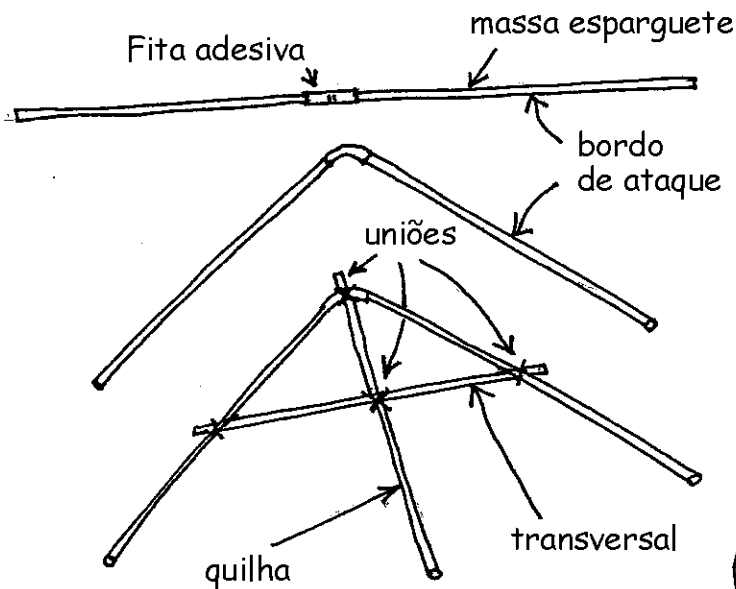
Ó Leão, também nunca esquiou, ou é impressão minha?



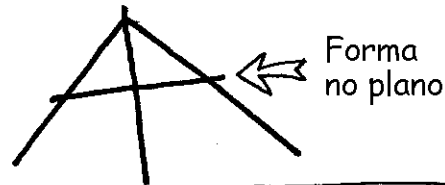
Repara, Anselmo, vamos fabricar uma máquina voadora bastante simples com papel, fita adesiva, massa esparguete e uma mola da roupa.



... E um carrinho de fio.

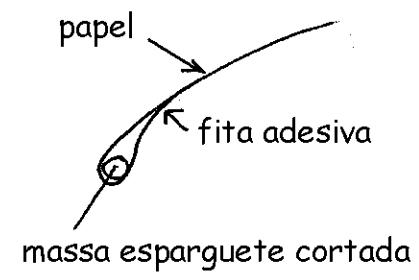
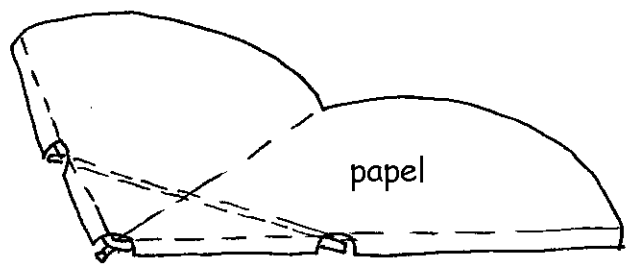
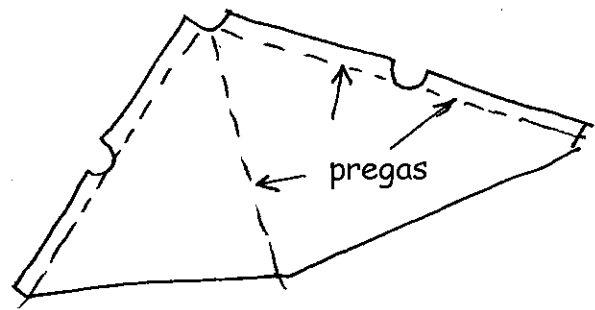


Coisas de mulher...

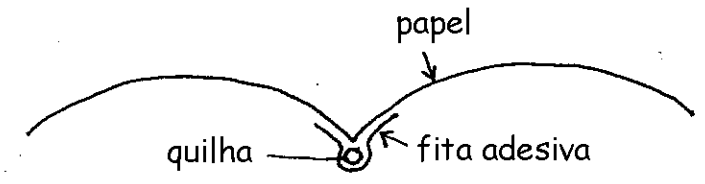
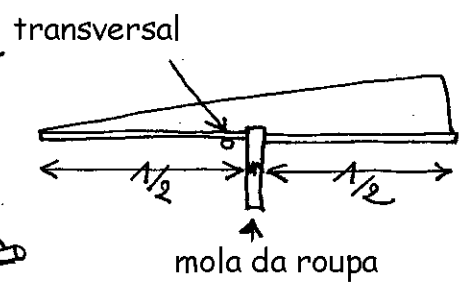
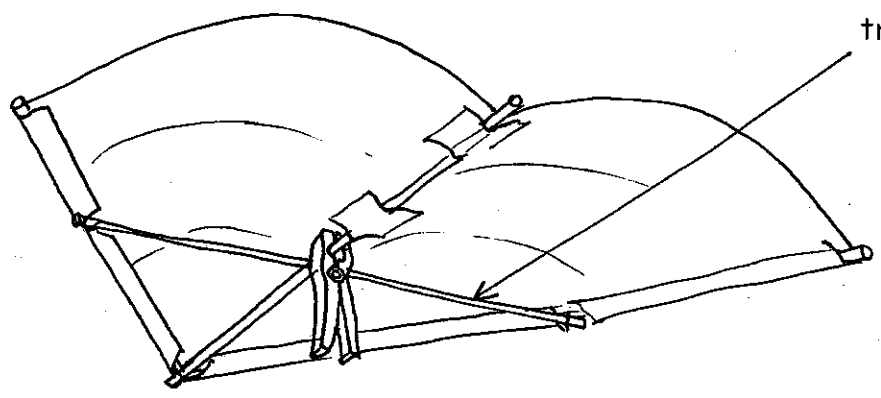


Vamos criar esta armação com massa esparguete unida com fita adesiva e fio.





ensambladura do "velame" sobre a armação tubular

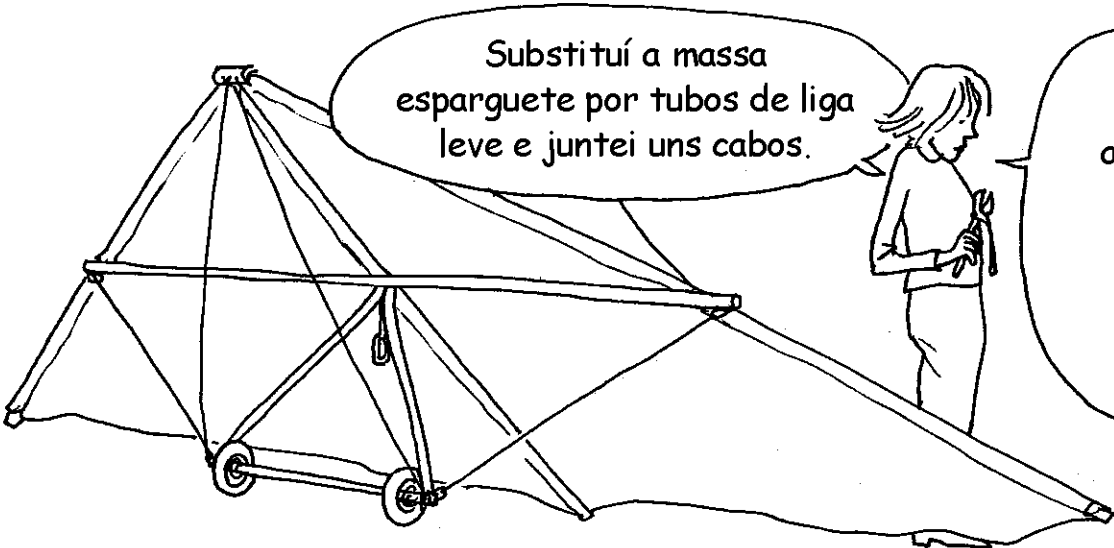


Voa!



Tens de regular a **CENTRAGEM** avançando ou recuando a mola da roupa.

# ASA DELTA



Substituí a massa esparguete por tubos de liga leve e juntei uns cabos.

Já que esta coisa voa, resta-me substituir a mola da roupa. Concebi uma estrutura tubular com um **TRAPÉZIO**, que segurarei com as duas mãos. Assim, poderei deslocar o lastre, isto é, o meu próprio peso, para a frente, para trás, para a direita ou para a esquerda à vontade.

Não será melhor... esperar que a Sofia chegue e pedir a opinião dela?

Céus, bem que é desta que ele se vai agarrar ao instrumento do diabo!



Coitado do moço...



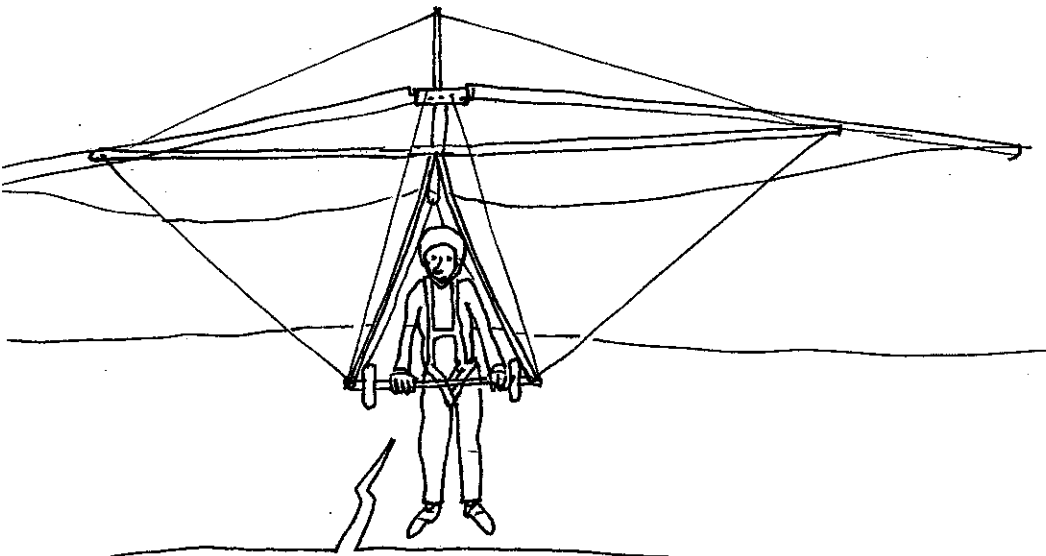
Não há crise.  
É como aquilo da massa esparguete  
e da mola da roupa.

Só que, aqui,  
a mola da roupa sou eu.

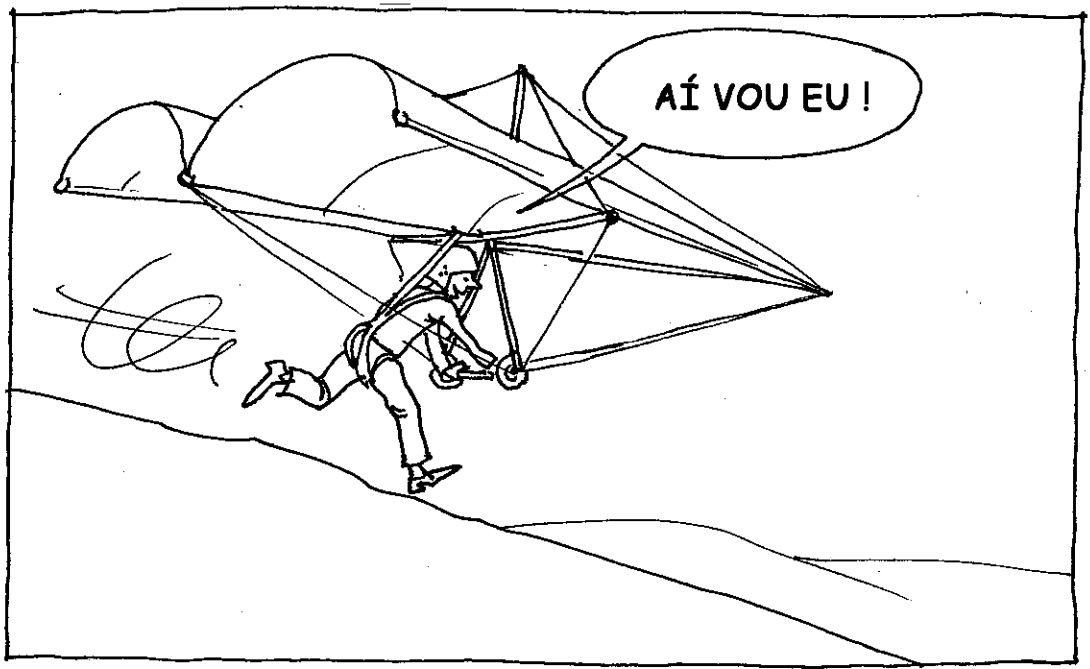


Agarro-me à quilha  
com este mosquetão.

Providenciei rodas  
para a aterragem.

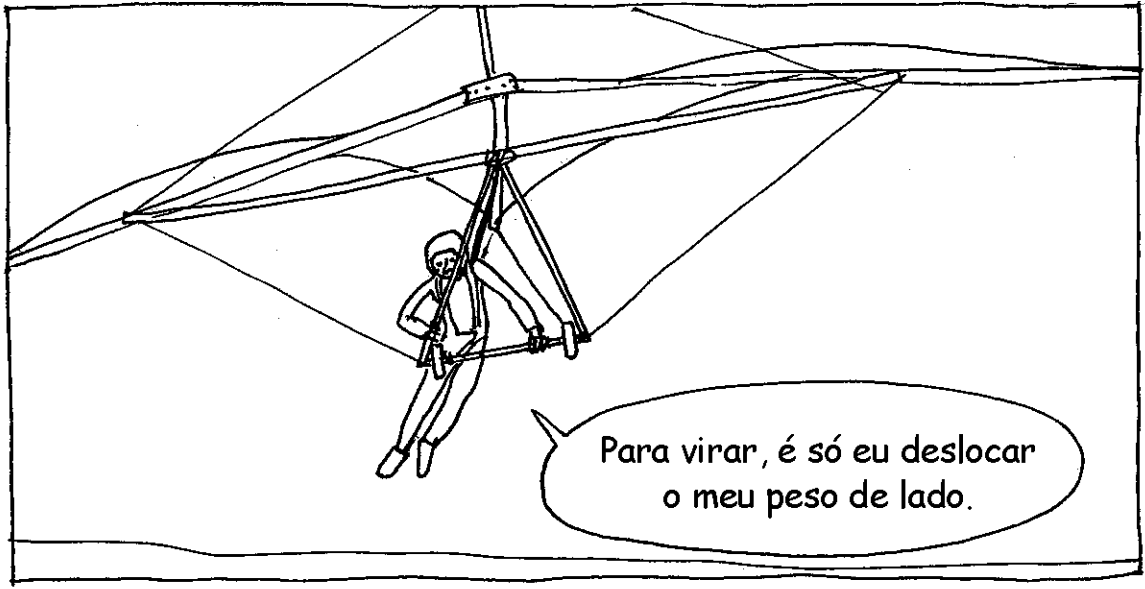
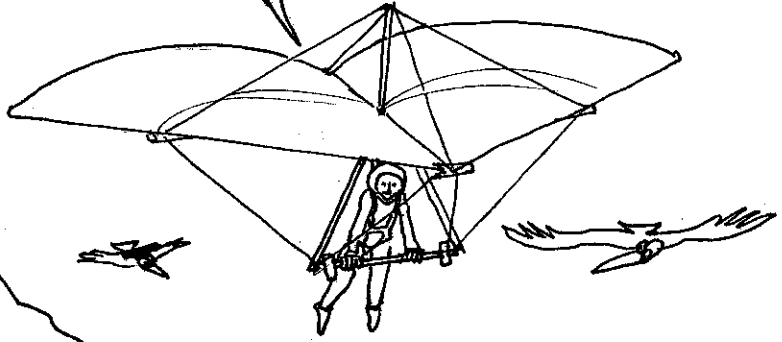


Muito bem, esta coisa ficou com bom aspecto,  
resta-me pô-la à prova.



AÍ VOU EU!

Funciona!!!



Para virar, é só eu deslocar o meu peso de lado.

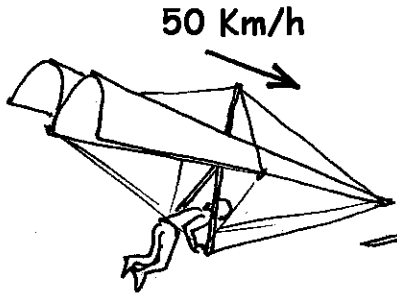


Em linha recta: taxa de queda 2,5 m/s.  
Na viragem, forte derrapagem interior e 3,5 m/s de velocidade de queda.

Fineza 3. Um bocadinho de nada acima do ferro de engomar.

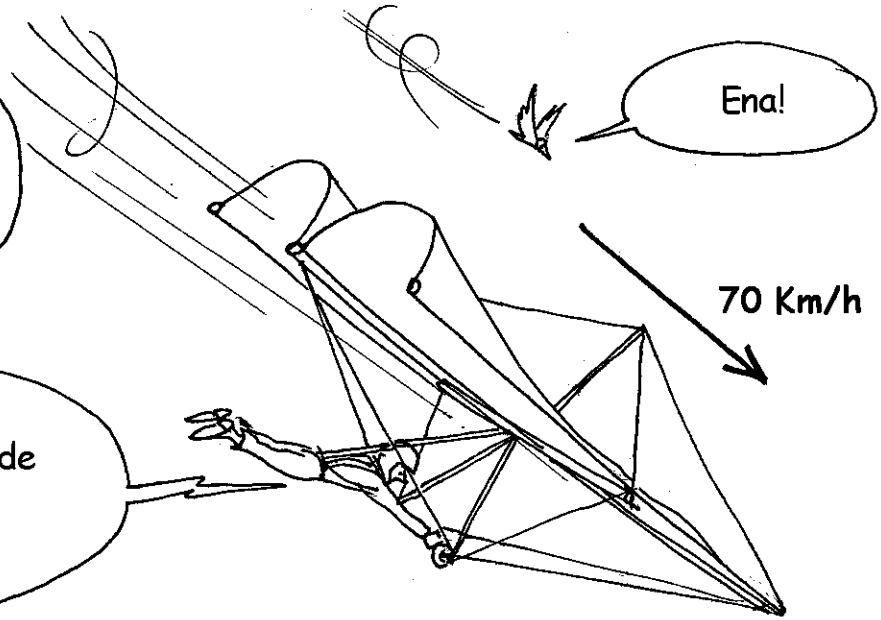


# AUTO-ESTABILIDADE



50 Km/h

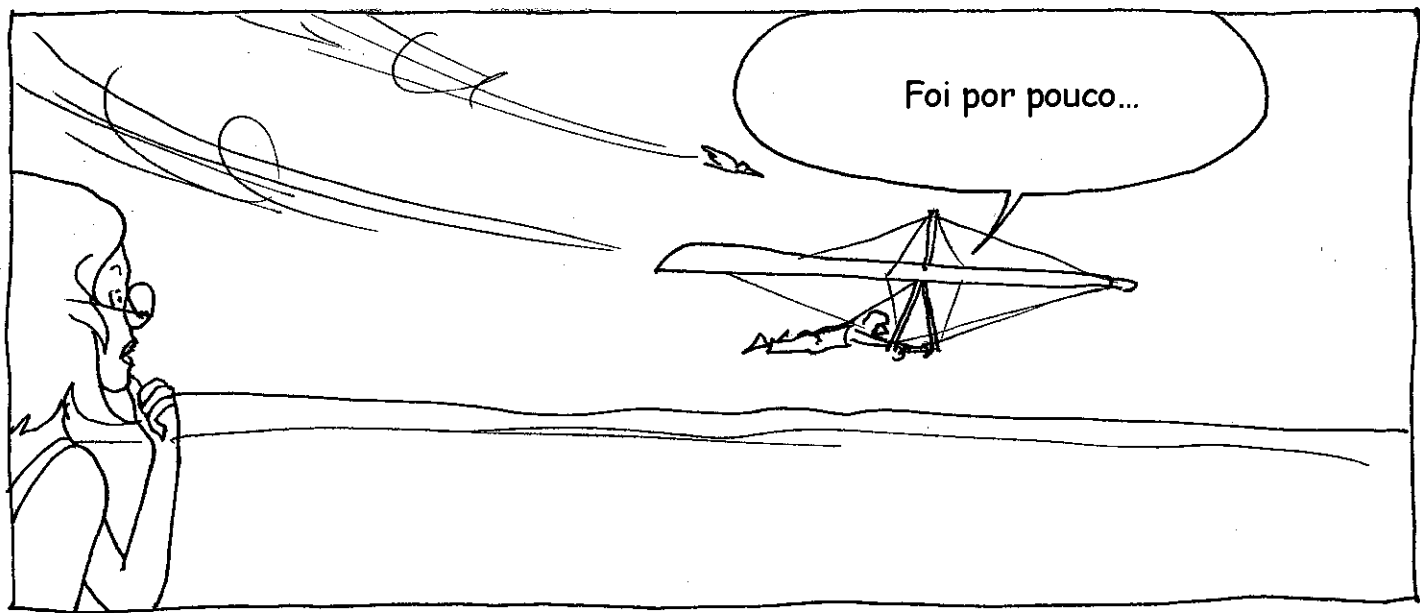
Peso para a frente.  
Estou a ganhar velocidade.  
Agora é que vamos poder testar  
a resistência da máquina!



70 Km/h

Ena!

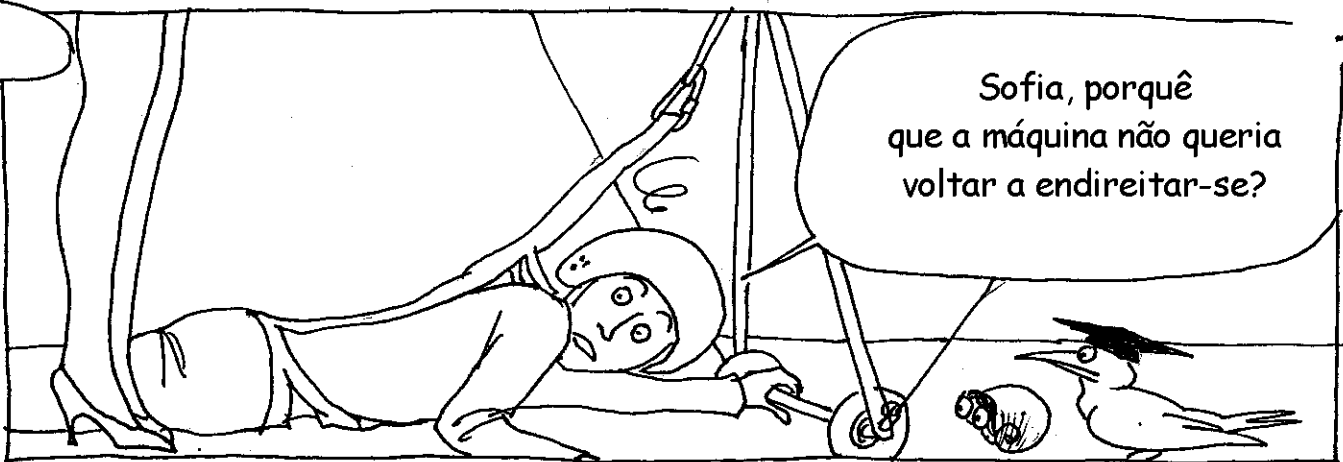
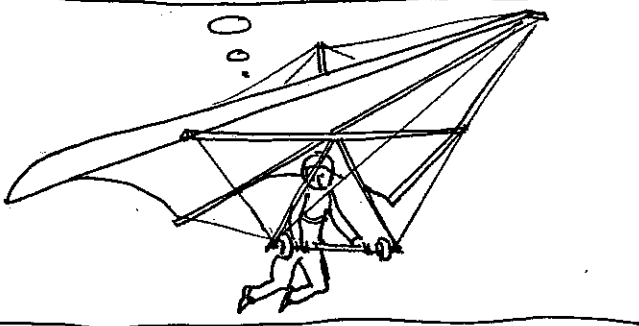
Deus me acude!  
Estou a ganhar velocidade  
e não há meios de eu  
me endireitar!



Ponho o peso todo para trás,  
estico bem os braços e nem assim  
me consigo endireitar !

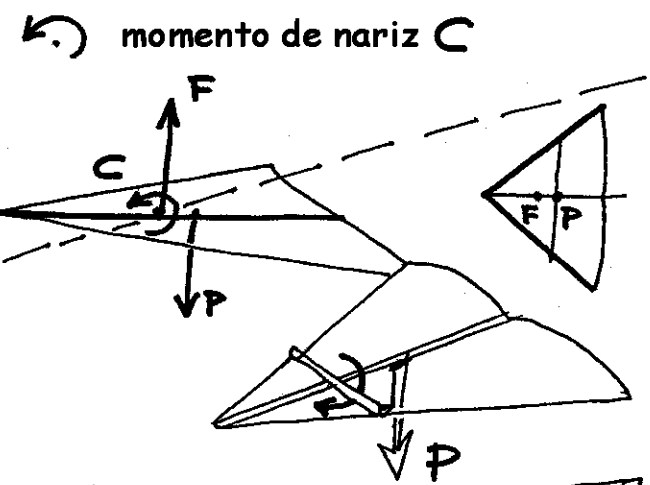
Foi por pouco...

Cabrar para perder velocidade.



Sofia, porquê que a máquina não queria voltar a endireitar-se?

Anselmo, lembra-te da primeira parte deste álbum : A **SUSTENTAÇÃO** só se conseguia obter diante de um **MOMENTO DE NARIZ C** (\*). O mesmo acontece com a tua **ASA DELTA**. É o teu peso **P**, o qual, durante o voo, equilibra o momento de nariz. Vais agarrado a meio da tua quilha, isto é, atrás do **FOCO** da tua asa que, numa asa delta, se situa a 40% do seu **PERFIL**. (\*\*)

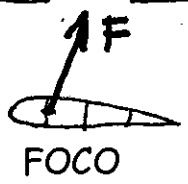
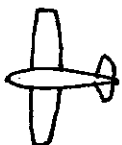


Estava mesmo convencido que ia conseguir...

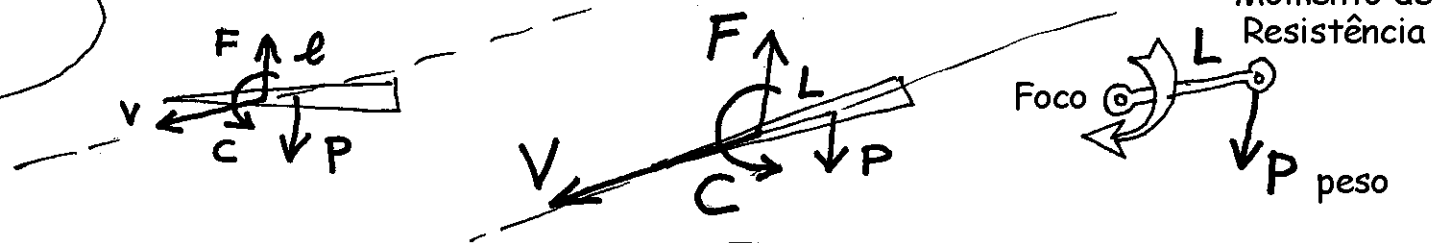
O deslocamento do peso **P** para a parte traseira cria um momento de resistênciã que se vai opor ao momento de nariz de origem aerodinâmica.

(\*) Ou **MOMENTO DE MERGULHO** ou ainda **MOMENTO DE PICAGEM** [NdT].

(\*\*) Numa asa **RECTA** a força aerodinâmica **F** é exercida a 25% do perfil.



Mas então porquê que a minha máquina resistia a endireitar-se?



Ora pensa: O momento de resistência que se deve ao deslocamento do teu peso é  $P \times L$ . Este equilibra o momento de nariz  $C$  o qual, como todos os elementos aerodinâmicos: **SUSTENTAÇÃO** e **ARRASTO**, cuja soma constitui a **FORÇA AERODINÂMICA  $F$  (\*)** exercida no **FOCO** da asa, varia com o quadrado  $V^2$  da velocidade. Com a tua asa delta, se fizeres uma picagem e aumentares a tua velocidade, estarás a dar ao momento de nariz  $C$ , o qual também varia como  $V^2$ , um valor que deixarás de poder neutralizar com o teu **MOMENTO DE CABRAGEM (\*\*)**  $P \times L$  (\*\*\*)).

Foi por um triz que o Anselmo não saiu do seu **DOMÍNIO DE VOO** e que a máquina dele deixasse de poder ser pilotada!

Isso é péssimo! Qual é a solução?

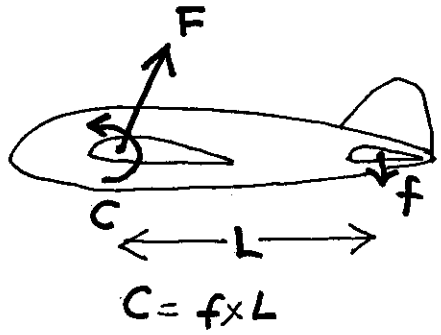


(\*) Nos manuais, é denominada **RESULTANTE DAS FORÇAS AERODINÂMICAS**, designada por  $R$ .

(\*\*) Ou **MOMENTO CABRADOR** [NdT].

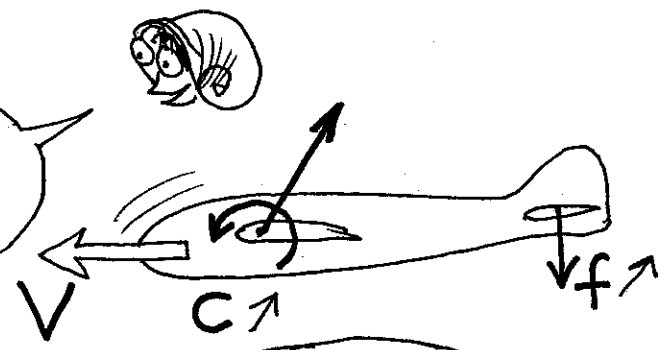
(\*\*\*) O desconhecimento desse fenómeno fora a causa de imensos acidentes mortais na década de 70.

Perante um problema aerodinâmico, há que encontrar uma solução de natureza aerodinâmica. Foi o que a Sofia sugeriu ao Anselmo na primeira parte desta obra (\*) relativamente ao **ESTABILIZADOR**.



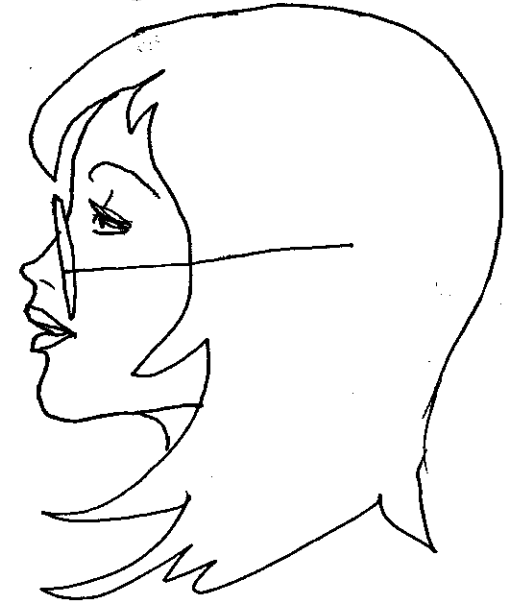
Um estabilizador horizontal de sustentação ligeiramente negativa equilibra facilmente o momento de nariz da asa em prol do braço largo de alavanca que constitui a fuselagem.

Por outro lado, este sistema é **AUTO-ESTÁVEL**. Se a velocidade aumentar, aparelho terá tendência a oscilar para a frente pelo facto de aumentar o momento de nariz **C**, o qual varia como  $V^2$ , embora esta situação seja logo compensada pelo incremento da **SUSTENTAÇÃO NEGATIVA f**.

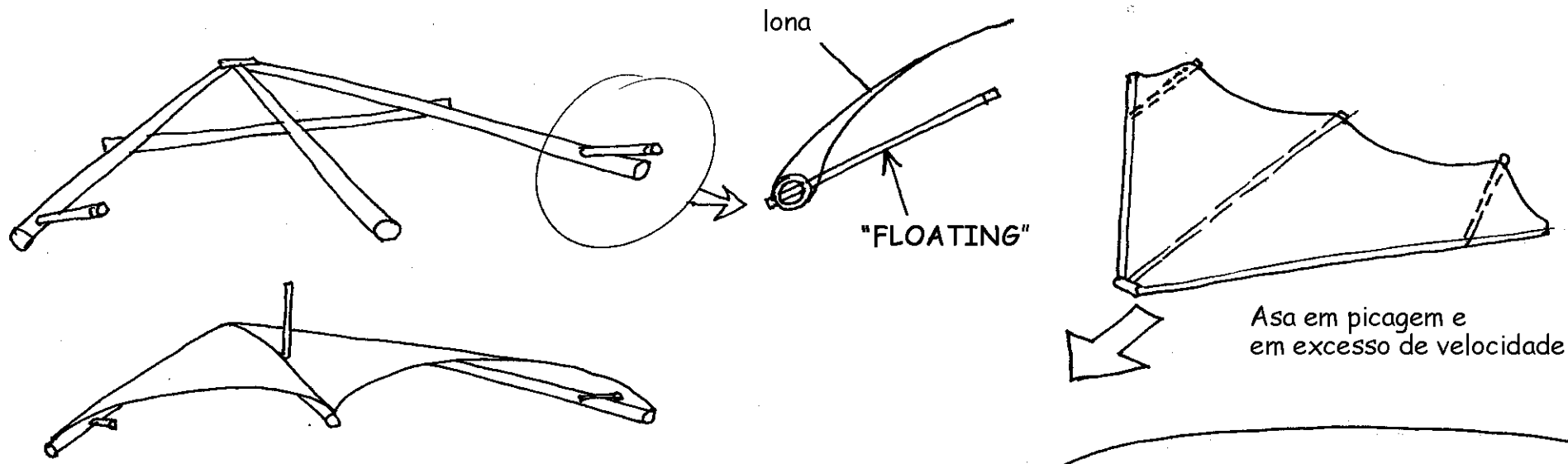


Ora, nesse caso, basta-me pôr um estabilizador na minha asa delta, não?

É uma hipótese, sim. Mas há formas mais simples para garantir a tua segurança.

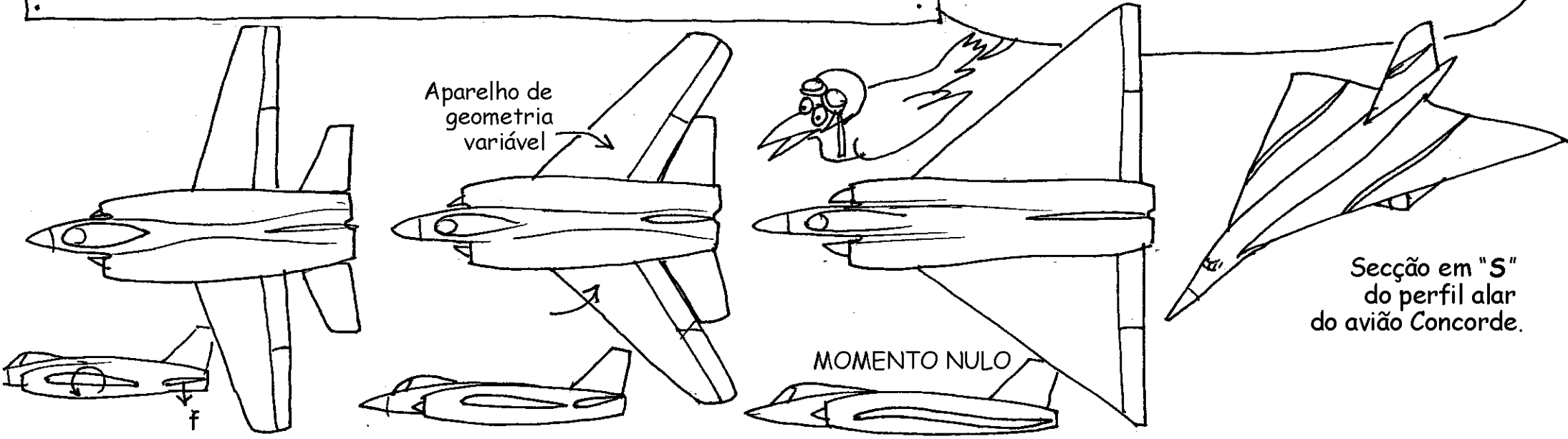


(\*) Ver "A Magia de Voar" do mesmo autor.



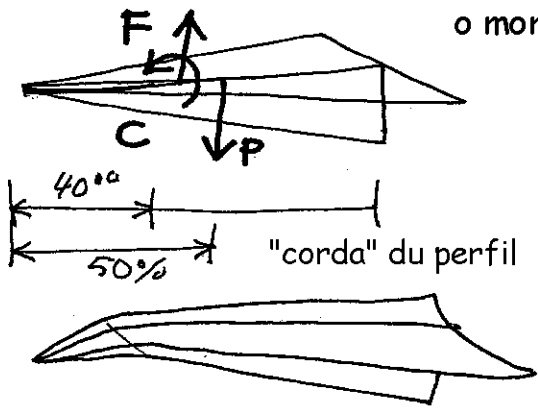
Estes dispositivos denominados "FLOATINGS" não têm contacto com a vela em voo normal. No entanto, verificando-se excesso de velocidade e posição de picagem perigosa, os mesmos mantêm erguida a traseira do velame e obrigam ao endireitamento automático (\*).

No caso dos aparelhos cujas asas delta forem rígidas, é possível torná-las auto-estáveis (voo com momento de nariz nulo). Para tal, basta incorporar o estabilizador ao velame, dando assim ao seu perfil uma forma em "S".



(\*) Estes simples dispositivos revelaram-se, desde logo, muito eficientes.

Um banal aviãozinho de papel voa como uma asa delta. O centro de gravidade encontra-se, como é óbvio, no meio, ao passo que o FOCO se encontra a 40% da CORDA, do perfil. O momento de resistência devido ao peso compensa o momento de nariz associado à sustentação. Em posição de picagem acentuada, é bastante improvável o avião se voltar a endireitar.



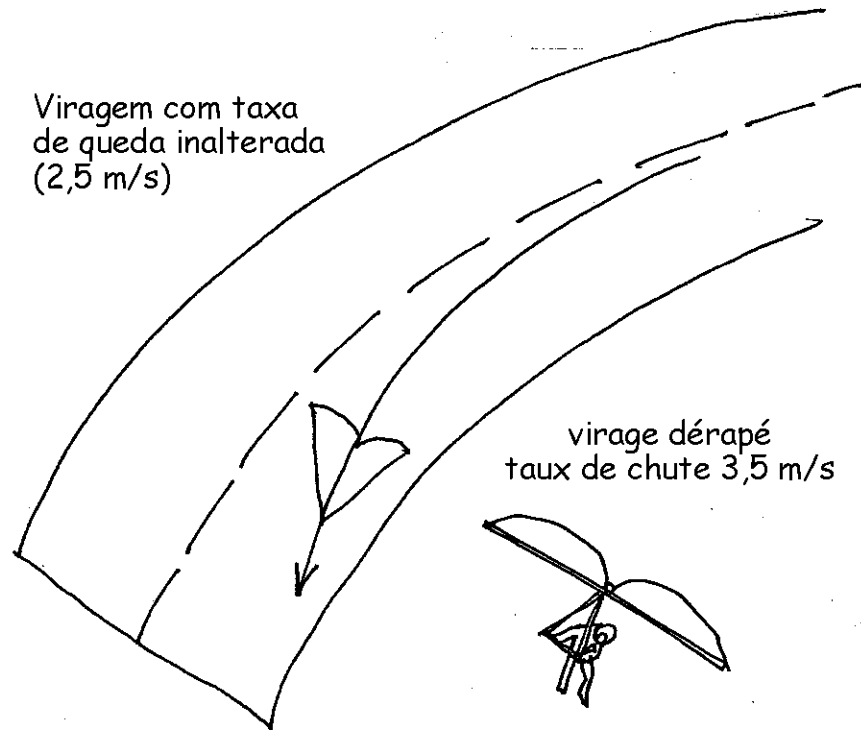
Pode-se passar para um perfil auto-estável dobrando ligeiramente o nariz para baixo e dobrando (também ligeiramente) a parte de trás para cima. Feito isto, o avião de papel passa a ter um perfil em S, permitindo ao mesmo de voar mais lentamente, entre outras coisas.

*A Direcção*



O problema é que a tua máquina tem um grande defeito. Para virar, precisas de meter o teu próprio peso voltado para o interior da viragem, e esta, por sua vez, sofre uma forte **DERRAPAGEM INTERNA**. A TAXA DE QUEDA passa então a ser de 3,5 m/s.

Viragem com taxa de queda inalterada (2,5 m/s)



virage dérapé  
taux de chute 3,5 m/s

# COMO É QUE OS PÁSSAROS FAZEM PARA VIRAR?

14



Bem que se podia colocar um estabilizador vertical com um leme móvel. O que me intriga é que nem as aves nem mesmo os morcegos têm algo semelhante. No entanto, todos eles conseguem fazer viragens bem apertadas com uma perna às costas. Como será que eles fazem?

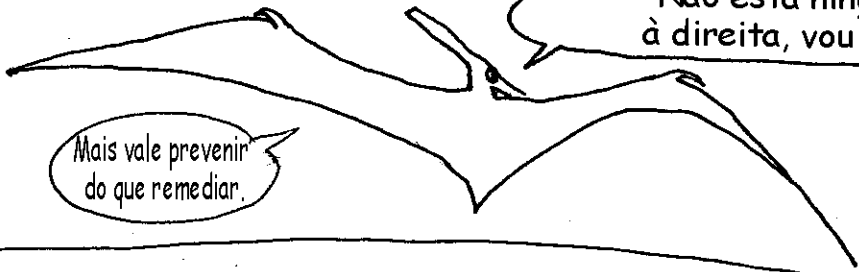
O pterodáctilo, o morcego, o abutre e o pardal não precisam de nenhum estabilizador vertical para fazerem as suas viragens.



Ao esticar uma asa e encolhendo a outra, criam-se dois efeitos: as superfícies das asas alteram-se. A asa que estiver em extensão vê o seu bordo de fuga ser reduzido. Fenómeno contrário no que diz respeito à asa que se encolhe.



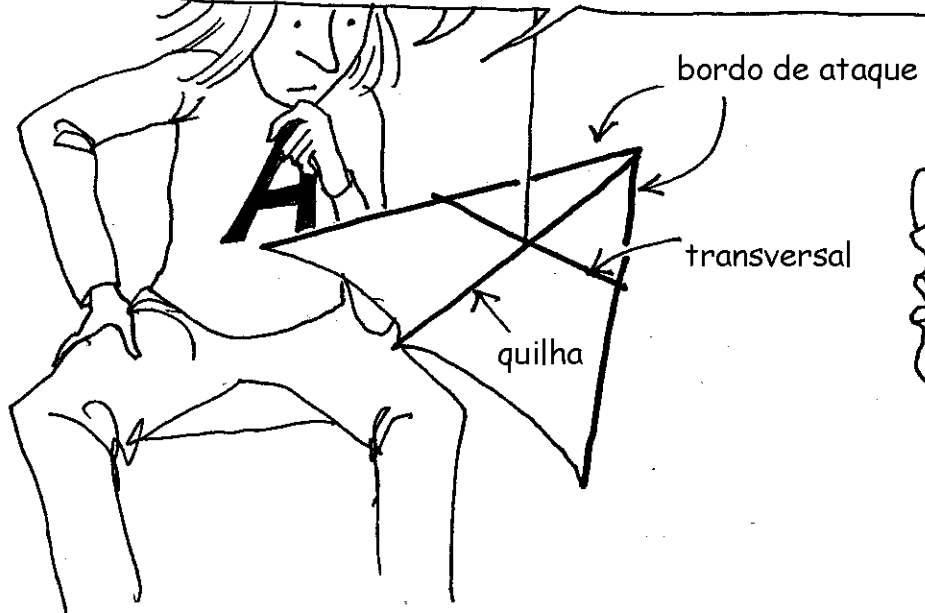
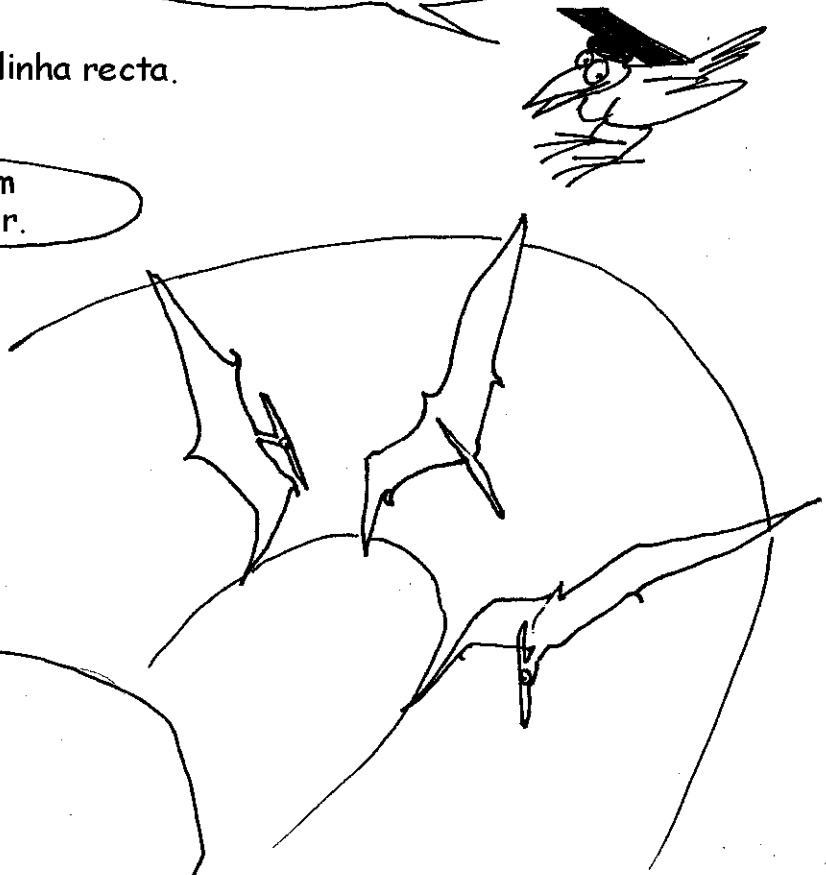
Pterodáctilo visto de trás, em linha recta.



Não está ninguém à direita, vou virar.

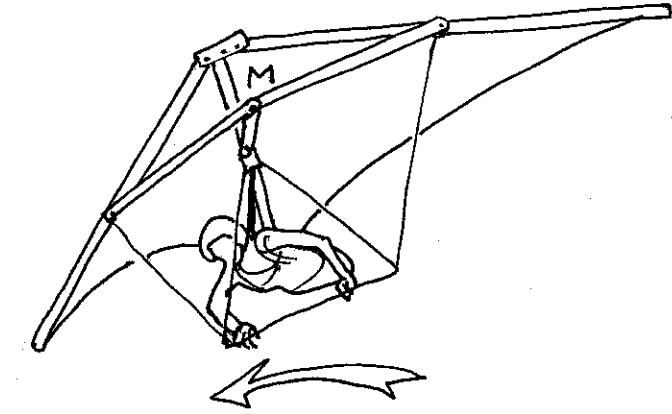
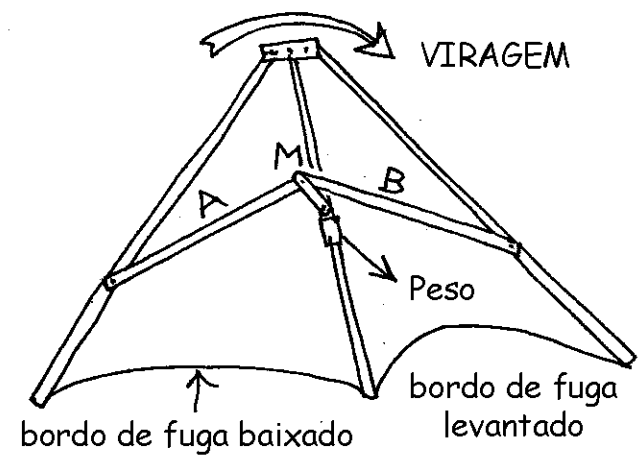
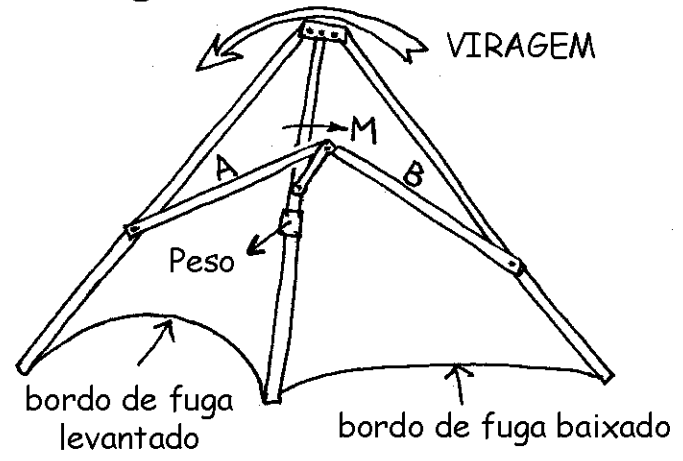
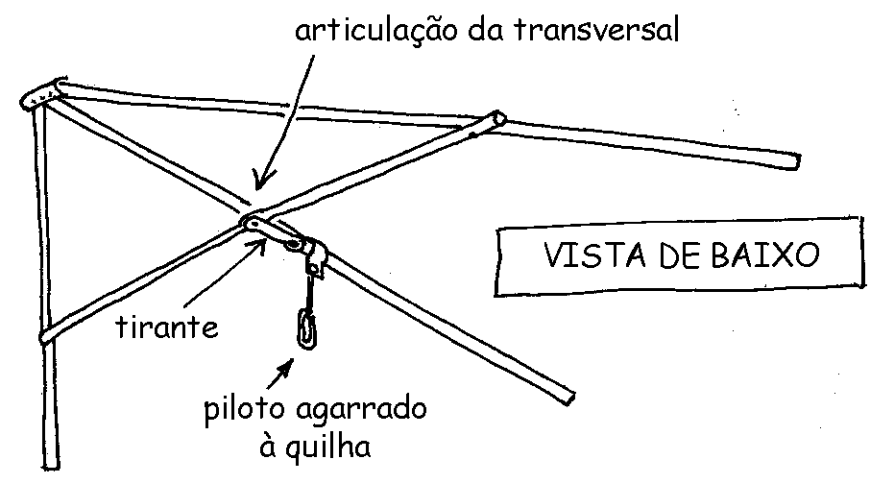
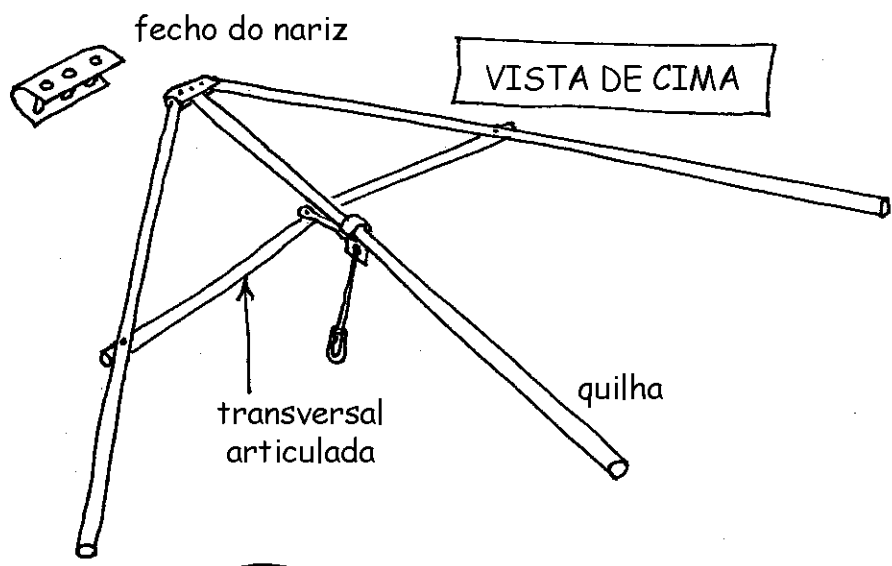
Mais vale prevenir do que remediar.

Isso é tudo muito bonito mas como é que se estica uma asa encolhendo a outra, nem que seja só um bocadinho?



Basta soltares a quilha e a transversal.





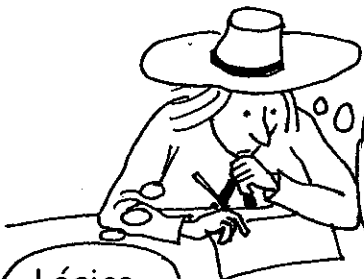
VISTA DE BAIXO

VISTA DE BAIXO

VIRAGEM PARA A DIREITA

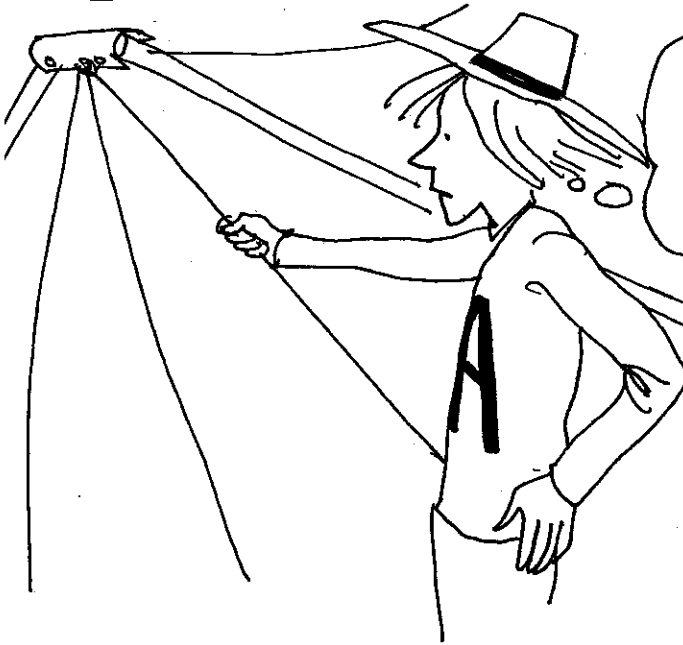
Este sistema denominado "da transversal flutuante", bastante astuto aliás, permite ao piloto, devendo este deslocar o seu peso, descentrar a quilha relativamente à articulação M das duas semi-transversais A e B, ambas de comprimentos iguais. Estas simples deslocações de alguns centímetros são quanto basta para possibilitar viragens apertadas.

*A Direcção*

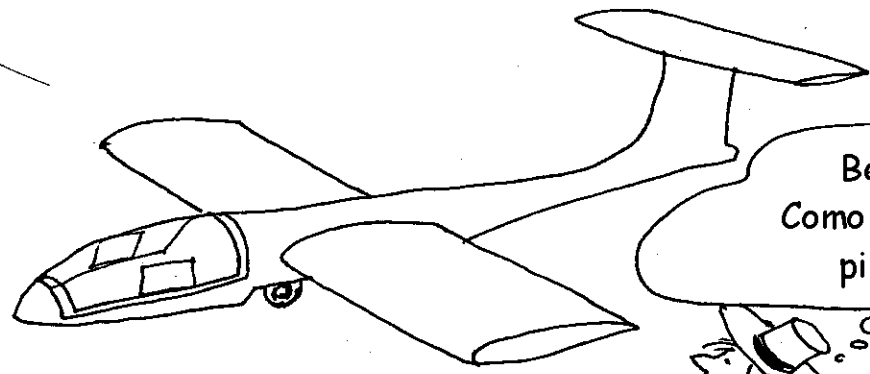


Lógico...

Para conceber um **PLANADOR** com um desempenho de jeito, vou precisar de eliminar tudo o que for fonte de perda de energia. Por isso, a **TURBULÊNCIA** vai ser logo a primeira. Se o meu planador deixar rastros de ar atrás dele em movimento na sua passagem, será energia desperdiçada.



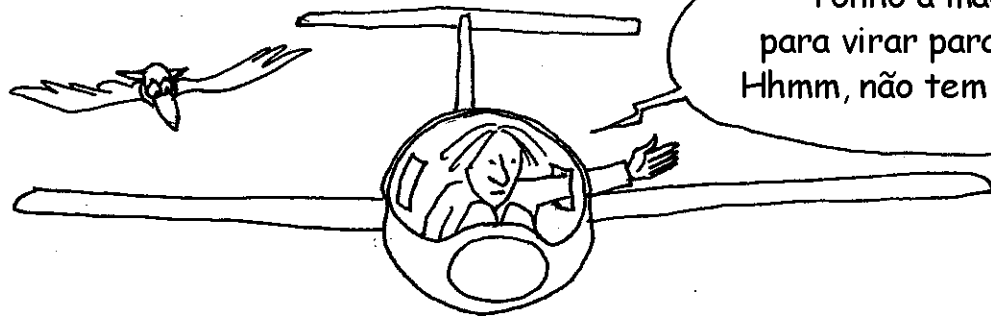
Todos estes cabos são a fonte de um **ARRASTO** considerável: há que eliminar isto. O piloto: no interior da sua estrutura. Paredes lisas, sem asperezas. Vou ter de passar tudo a pente fino...



Bela máquina... Como será que se pilota isto?



Posso deslocar-me de frente para trás na cabine para cabrar ou picar. Adaptei janelas de cada lado. Assim, posso pôr a mão de fora e virar. Confesso que não é lá nada prático e cria turbulência, coisa que eu quero evitar a todo o custo!

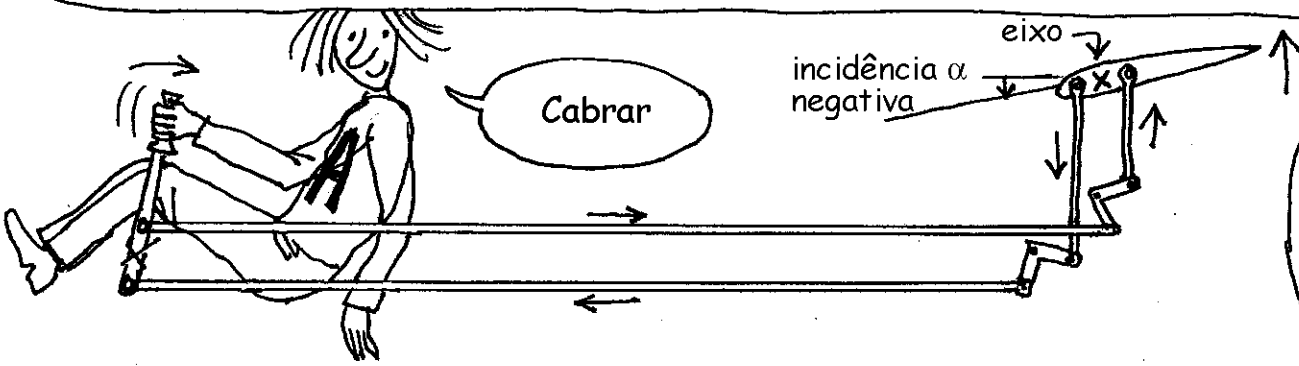


Ponho a mão de fora para virar para a esquerda. Hmm, não tem jeito nenhum!

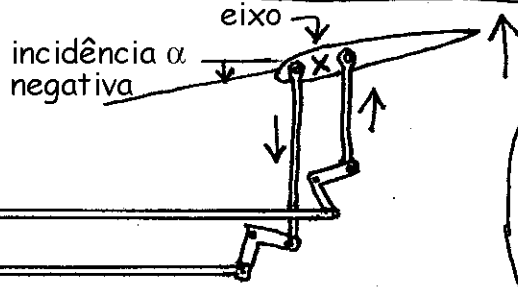


Acidentalmente...

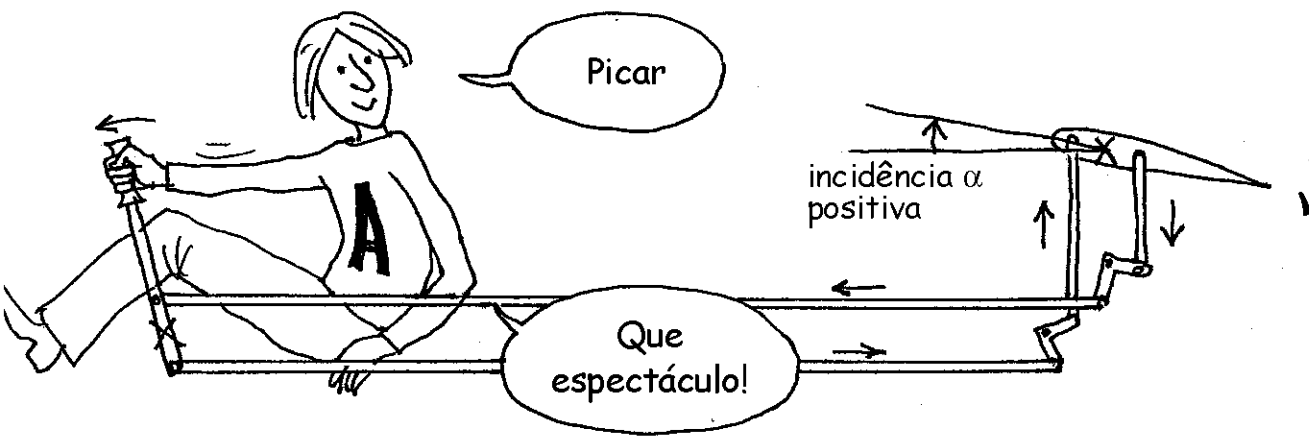
Olha, uma coisa interessante. Cada vez que ponho a mão de fora assim, como se fosse uma espécie de asa, e se eu mudar a **INCIDÊNCIA**  $\alpha$  a força muda proporcionalmente a esta. Vou arranjar maneira de fabricar um estabilizador horizontal com incidência  $\alpha$  variável para a poder alterar à vontade.



Cabrar

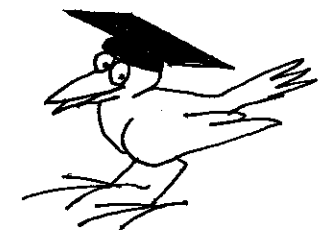
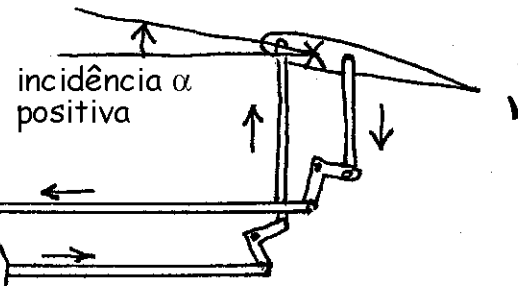


Graças a este **CONJUNTO DE HASTES**, o Anselmo pode manobrar à distância o plano horizontal da sua máquina voadora graças a um **CABO DE VASSOURA (ALAVANCA DE COMANDO)**.

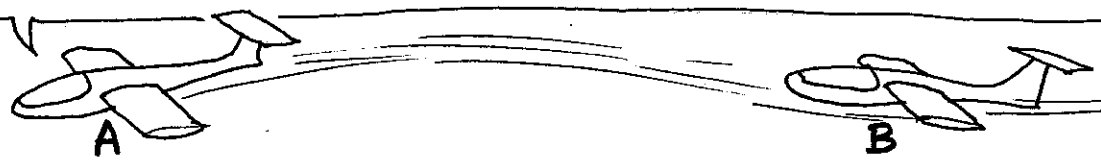
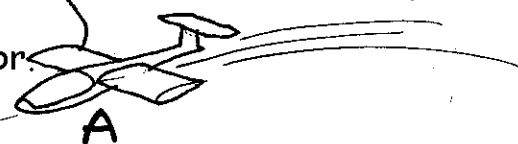


Picar

Que espectáculo!



Porreiro! Já consigo picar ou cabrar à vontade actuando sobre a **ALAVANCA DE COMANDO**. Assim, posso controlar, num abrir e fechar de olhos, a **POSIÇÃO DE EQUILÍBRIO** do meu planador.

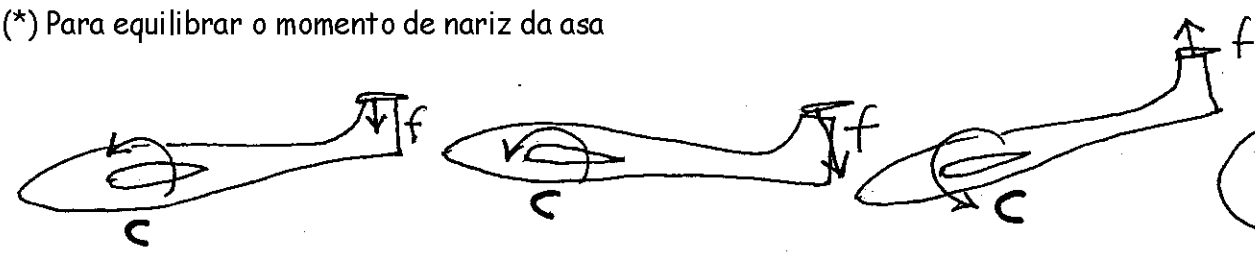


<p>Descida normal, alavanca de comando em posição "neutra". O estabilizador está em sustentação ligeiramente negativa (*)</p>	<p>Anselmo faz uma picagem empurrando a alavanca: o horizonte "sobe" e a velocidade aumenta</p>	<p>Anselmo faz uma cabragem puxando pela alavanca: o horizonte "desce" e a velocidade é reduzida</p>

Basta-me usar o tecto panorâmico do meu planador a fim de controlar a sua **POSIÇÃO DE EQUILÍBRIO**. Se o horizonte subir, é sinal que estou em posição de picagem. Se o horizonte descer, então é porque estou em posição de cabragem. A velocidade do planador reage em consequência. De nariz para baixo, aumenta. De nariz para cima, diminui.



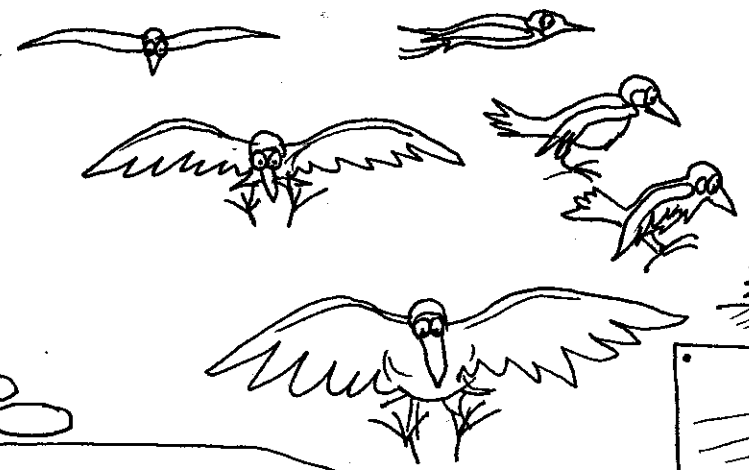
Isto da **PANORÂMICA** é uma das referências mais úteis que se possa ter!



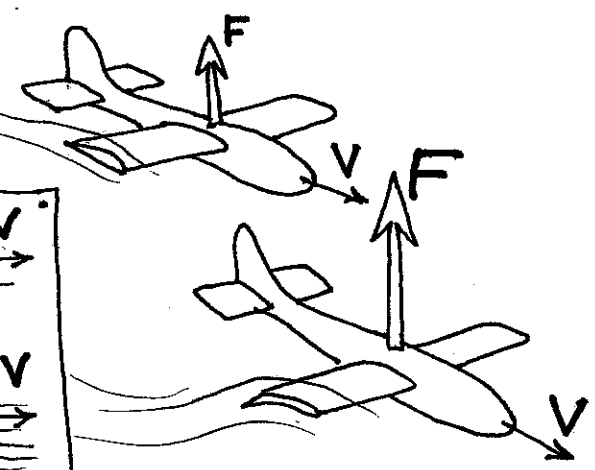
Quanto mais depressa for um planador, mais o barulho causado pela fricção se consegue ouvir e se intensifica. Quando os instrumentos de medida de velocidade ainda não tinham sido inventados, identificava-se facilmente os pilotos de planador pelo comprimento das suas orelhas, consequência da adaptação ao ruído (elas alongavam-se).

# FLAPS DE CURVATURA

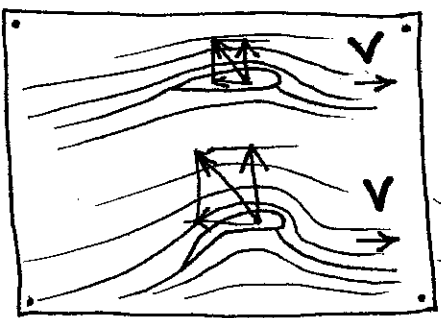
Ora bem, relativamente ao controlo do **EIXO LATERAL**, a coisa passa. Agora, quanto à viragem, já não posso dizer o mesmo. Por enquanto, vou observar os pássaros e ver como fazem para voar.



Pronto!



Quando aterram, curvam as suas asas actuando sobre as penas com a ajuda dos músculos.



Se eu aumentar a curvatura do meu **PERFIL ALAR**, esta irá produzir uma força aerodinâmica maior para uma mesma velocidade  $V$ . Reciprocamente, quando configuram as suas asas desta maneira, os pássaros conseguem **APRESENTAR** uma menor velocidade.

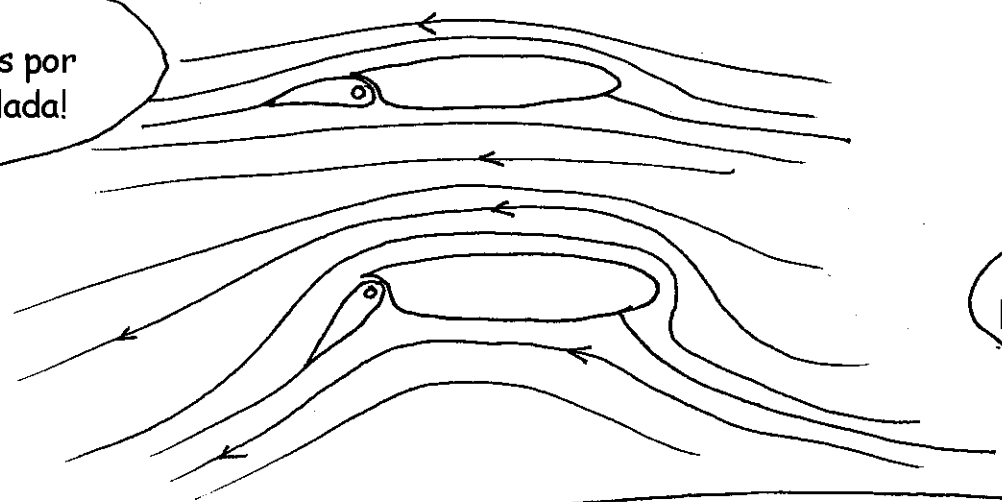


O problema é que eu não posso dobrar estas asas. Mas posso sempre fazer com que a parte de trás fique articulada.

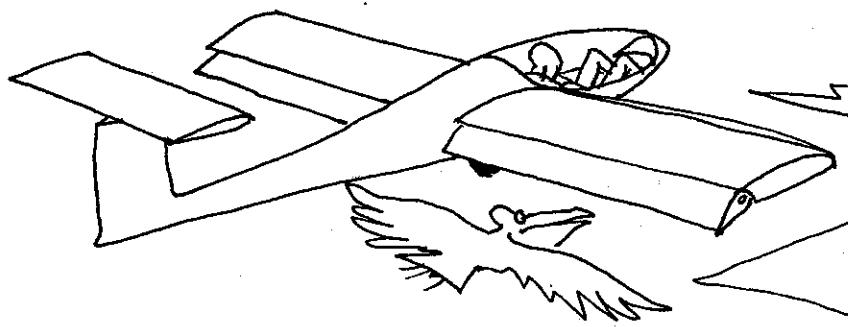
Asas... articuladas?!



Venham ver!  
O Anselmo substitui as penas das asas por  
uma montagem com uma parte articulada!



Estas são as  
linhas de corrente.

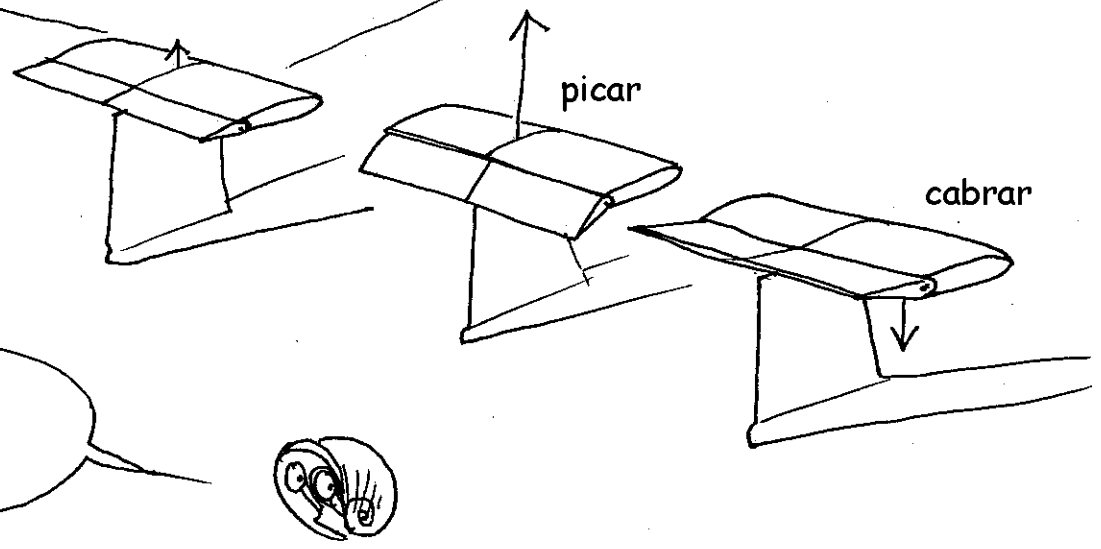


Em termos de aterragem, a **APROXIMAÇÃO AO SOLO**  
e isso tudo, já dá para um tipo ficar mais descansado...

Então, e se eu generalizasse este sistema  
de articulação ao meu estabilizador horizontal?

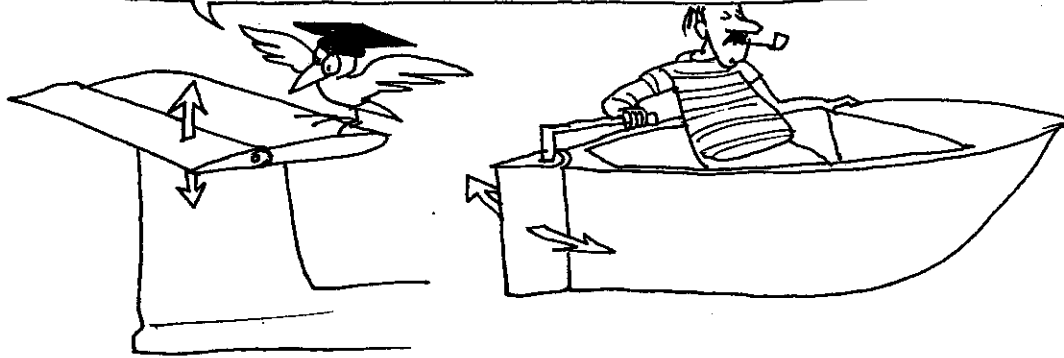


Meu dito,  
meu feito...



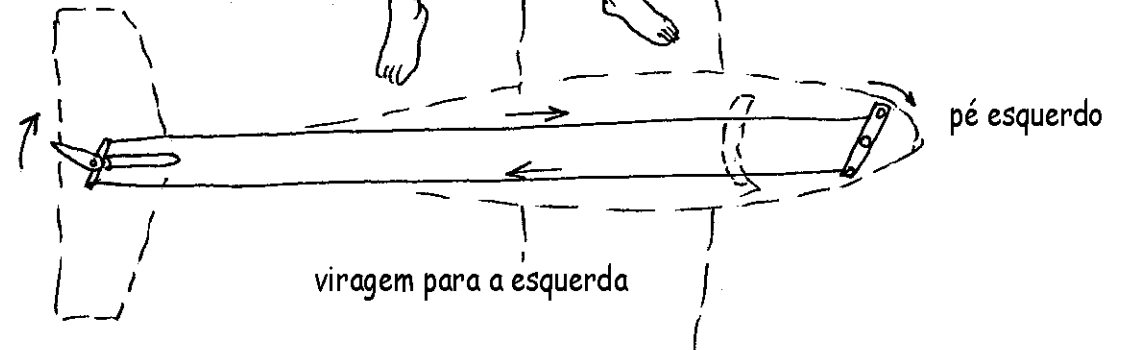
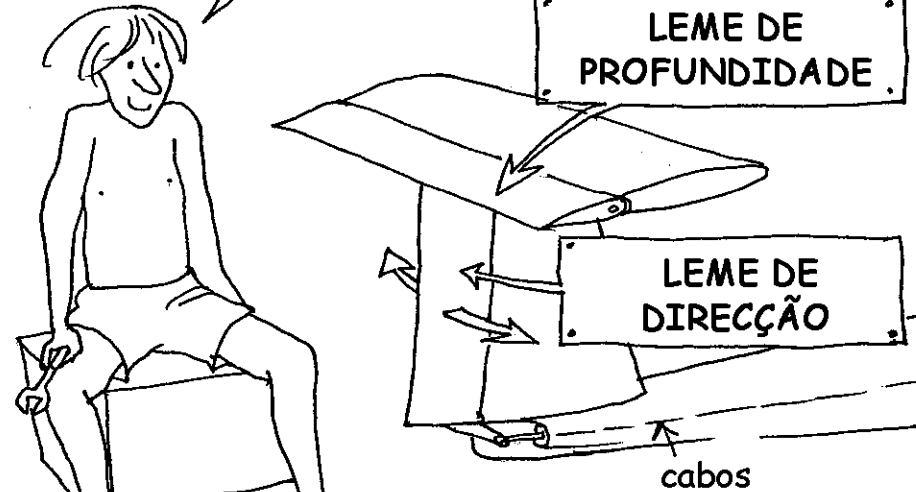
# LEMES

De alguma forma, funciona com um **LEME** de um navio. A diferença reside no facto de manobrar "para cima e para baixo" em vez de "para esquerda e para a direita".



Aqui está ela, a bendita solução!  
Em vez de andar aqui a matar a cabeça numa de tentar virar pondo a mão direita ou a esquerda de fora, o melhor é mesmo dotar o meu planador de um **LEME DE DIRECÇÃO**!

... coisa que controlarei a partir do meu **POSTO DE PILOTAGEM**, com os meus pés, ligando o meu leme de direcção a um **PEDAL** por meio de cabos.



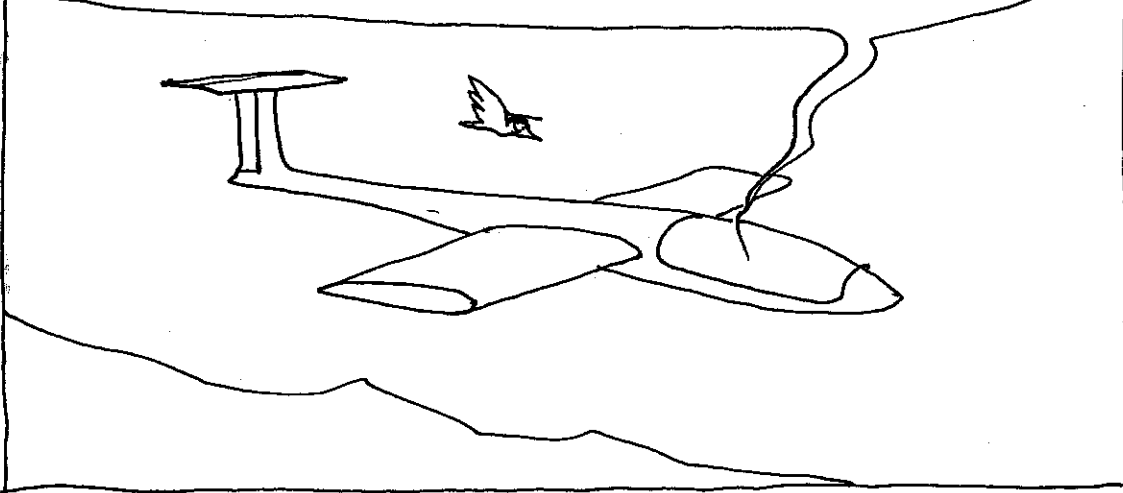
Então, como tem passado o meu homem voador predilecto?

Às mil maravilhas, Sofia!  
**A MECÂNICA DO VOO** deixou de ser um segredo para mim. Basta colocar lemes nos locais adequados para subir, descer, virar para a direita e para a esquerda!

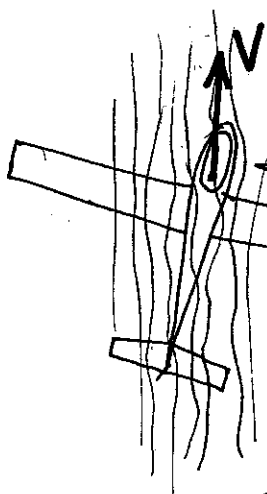
Cheguei mesmo a construir um planador de dois lugares. Se quiseres, podes vir comigo!

OK, vamos descolar naquela rampa, ali adiante. Graças a este cabo de vassoura (alavanca de comando), consigo subir ou descer à vontade e, de uma forma normal, graças ao pedal.

Bolas! Nem de prego a fundo isto vira?! O planador está andar de lado e mais nada!?







Ora pensa: com o teu leme, limitaste-te a pôr a tua fuselagem toda atravessada. E como não há qualquer resistência do vento, **ESTAMOS A IR DE LADO QUE NEM UNS CARANGUEJOS**, mais nada...

Não pesco uma...

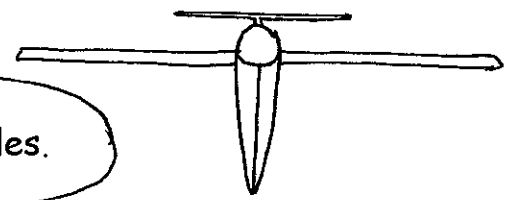


Experimente dirigir um barco de fundo plano com um simples leme: pfff... não vai funcionar nunca...

Não me digas que vou ter de conferir à fuselagem do planador a forma do casco de um barco para que ele se decida por fim a virar?!



Pode ser, é uma hipótese, mas há soluções mais simples.

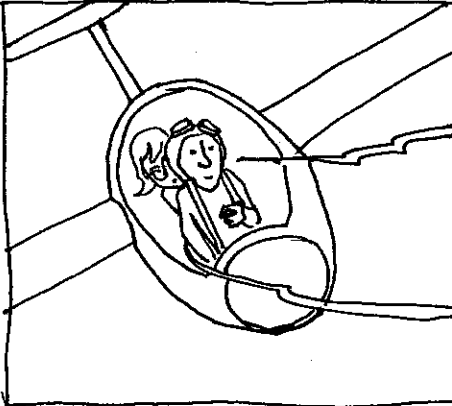


Leme para a frente...

Eh pá, não se passa nada?!



Não estou a fazer mais nada senão a **DERRAPAR** sobre a água, a direito e atravessado. Bem que eu precisava de uma **DERIVA** ou de uma **QUILHA**.



Diacho! Apanhámos uma forte **TURBULÊNCIA**, uma lufada de ar ascendente, que está a levantar a nossa asa esquerda!

E então?

Faz com que viremos para a direita. Estamos a virar sabendo eu que o pedal está em posição neutra, como é possível?

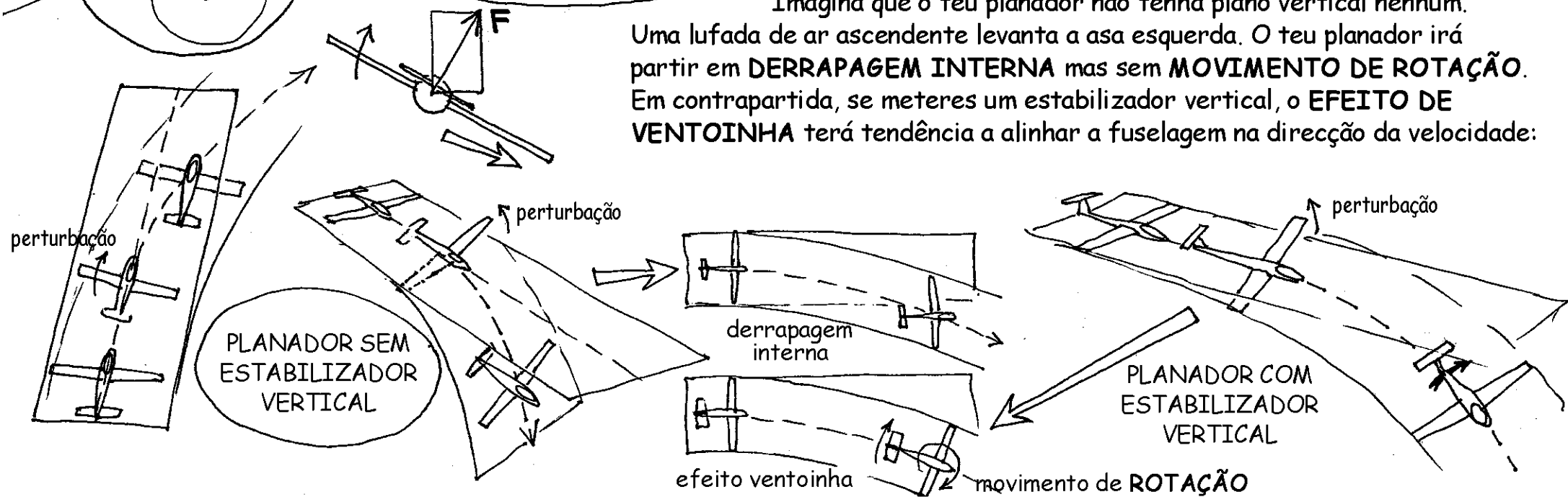
Isto tudo precisa de ser explicado mas, antes de mais nada, começa por puxar de leve pela alavanca de comando para evitar a famosa picagem!

É o teu estabilizador vertical que te está a fazer virar.

Não percebo. Então se ele está no plano de simetria do aparelho...

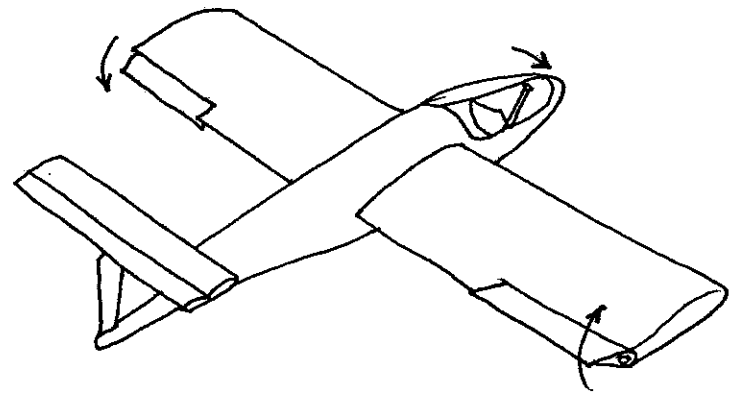
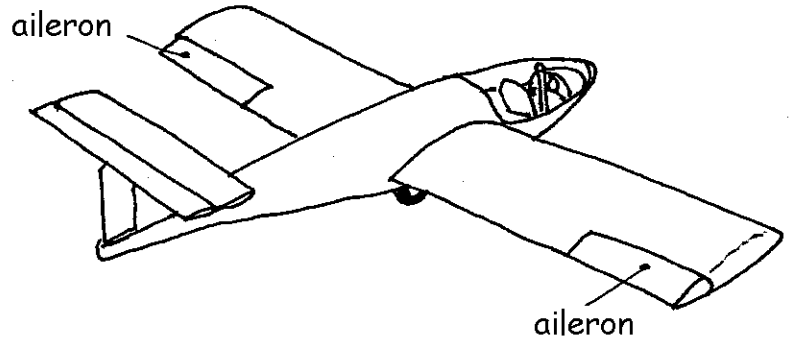
# A INCLINAÇÃO

Imagina que o teu planador não tenha plano vertical nenhum. Uma lufada de ar ascendente levanta a asa esquerda. O teu planador irá partir em **DERRAPAGEM INTERNA** mas sem **MOVIMENTO DE ROTAÇÃO**. Em contrapartida, se meteres um estabilizador vertical, o **EFEITO DE VENTONHA** terá tendência a alinhar a fuselagem na direcção da velocidade:

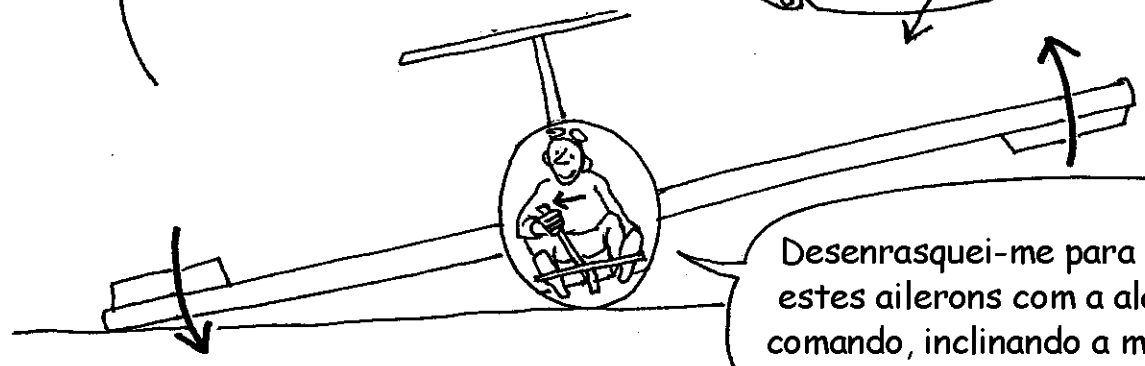
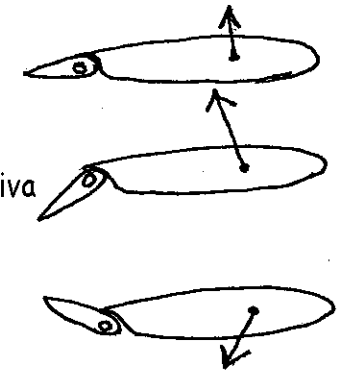


# AILERONS

Se a **INCLINAÇÃO** é realmente aquilo que faz virar o planador, então posso provocá-la bastando-me mudar a curvatura do perfil à asa com **AILERONS** fixados de maneira diferencial.



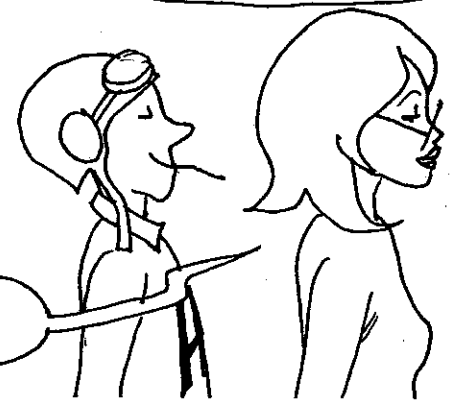
- Sustentação, aileron alinhado
- Sustentação incrementada, direcção positiva
- Sustentação negativa, direcção negativa



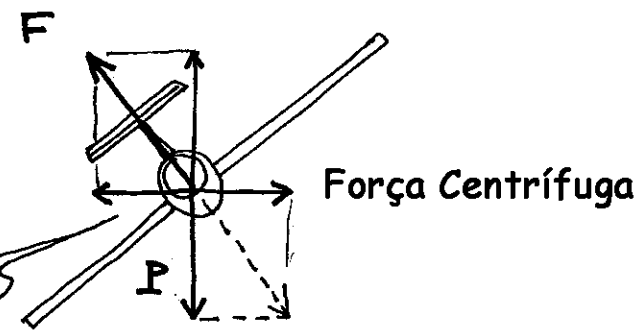
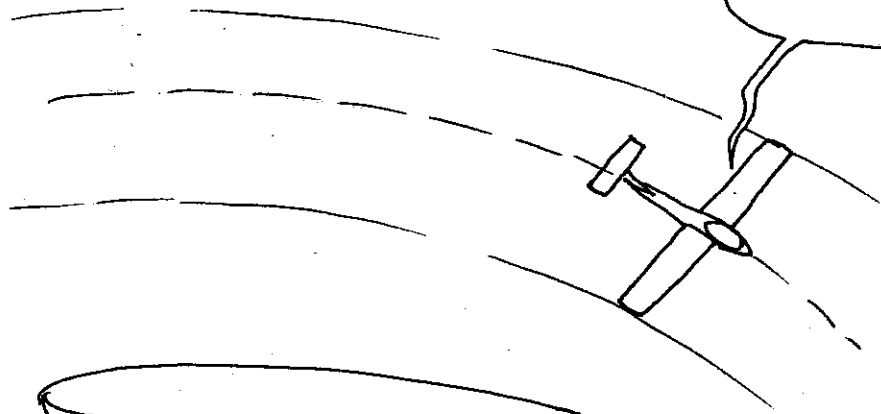
Desenrasquei-me para controlar estes ailerons com a alavanca de comando, inclinando a mesma para a direita ou para a esquerda.

Bem, assim já devo conseguir inclinar a minha asa ao manobrar estes ailerons com a ajuda da alavanca de comando. Depois, em consequência do efeito de ventoinha, o meu plano vertical irá desencadear a viragem. Será só puxar um pouco pela alavanca de comando para conservar a minha **POSIÇÃO DE EQUILÍBRIO** e assim impedir que o meu planador afunde e vá de nariz para baixo.

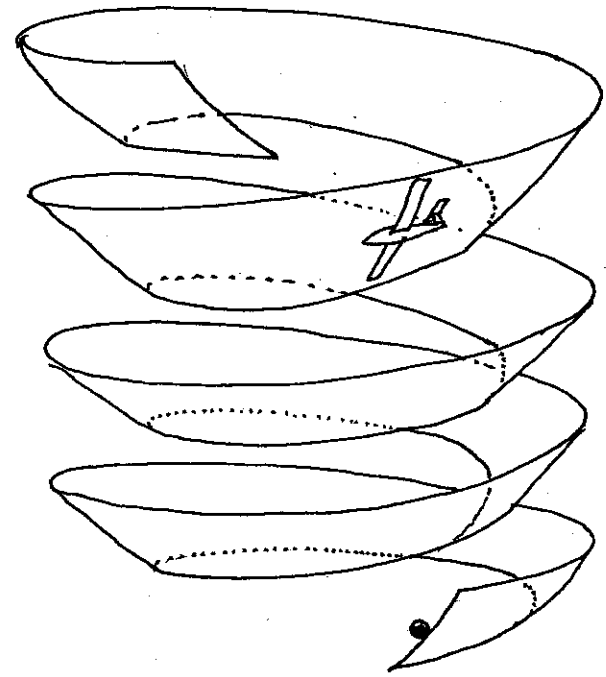
Já agora, vê se carregas um pouco no pedal para amortecer a viragem. Vais ver como te vai ajudar.



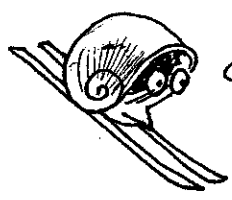
Boa! Funciona! Viragem iniciada.



Como podes ver, afinal de contas, o teu planador vira praticamente sozinho. Só tens mesmo é de utilizar os teus comandos para equilibrar a tua viragem.



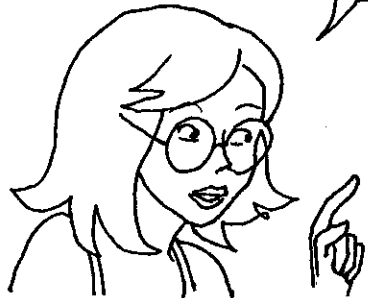
Se a viragem estiver devidamente equilibrada, o planador deverá deslizar como uma bola a caminhar pelo comprimento de uma caleira enrolada em espiral, ou como um pequeno trenó sobre o gelo, sem derrapar nem para a esquerda nem para a esquerda.



Mas... como se há de saber se se está em derrapagem exterior ou em derrapagem interior tendo em conta que o ar é algo que não se consegue ver?

# CONTROLO DA VIRAGEM

O primeiro instrumento é o **CORPO**, o qual capta perfeitamente o movimento de **DERRAPAGEM**.



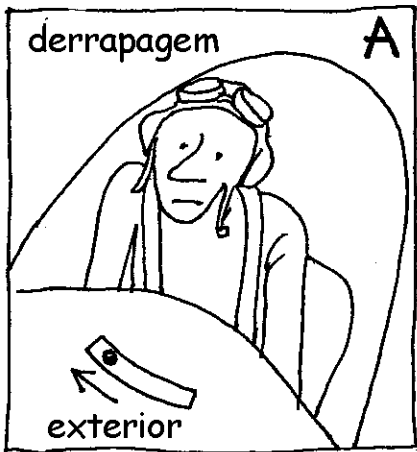
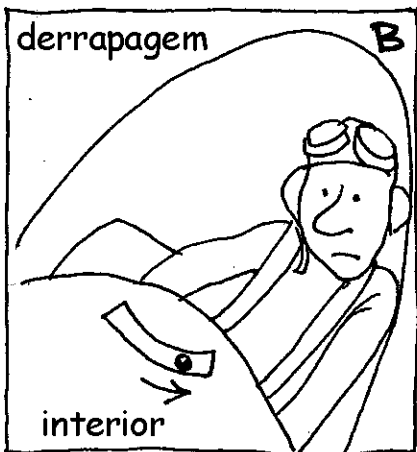
Primeiro instrumento: **A BOLA**.



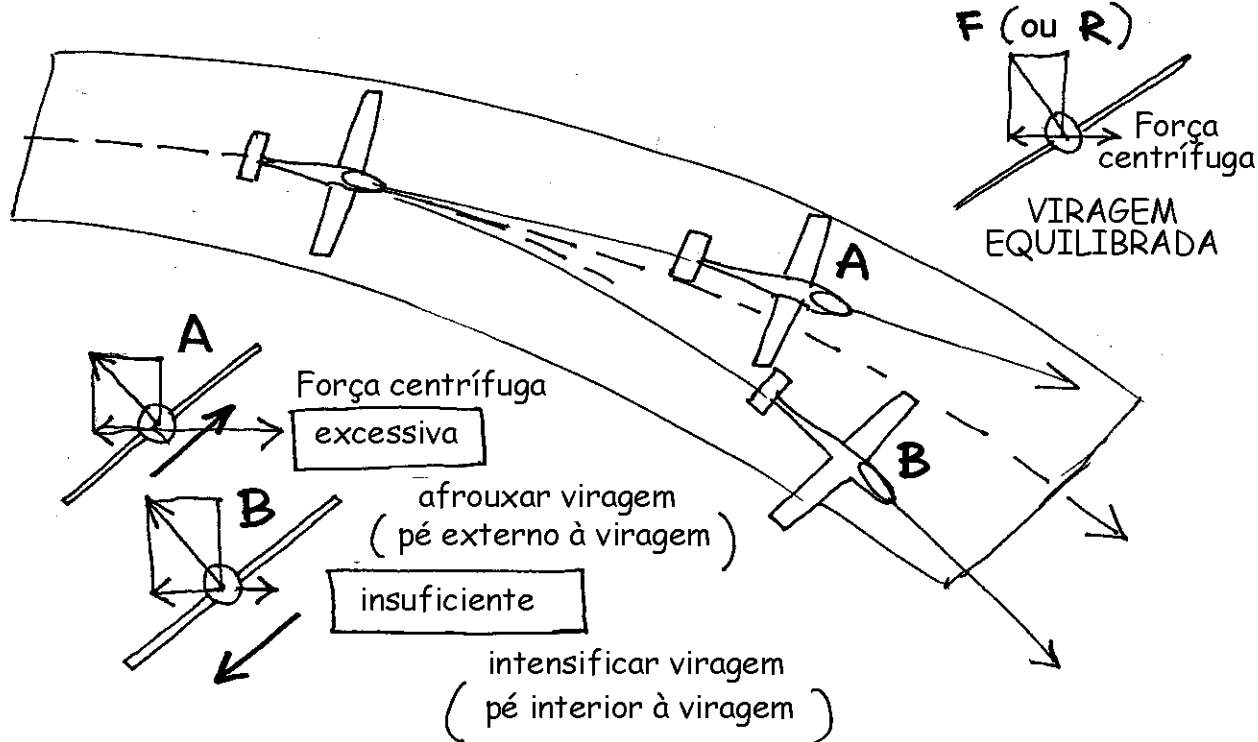
Na realidade, é bem mais leve e há que se habituar a **PILOTAR COM AS NÁDEGAS...**



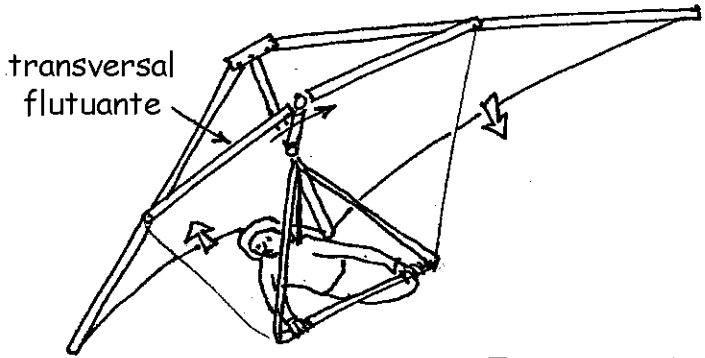
Trata-se de um tubo curvo de vidro, cheio de óleo, dentro do qual se coloca uma bola.



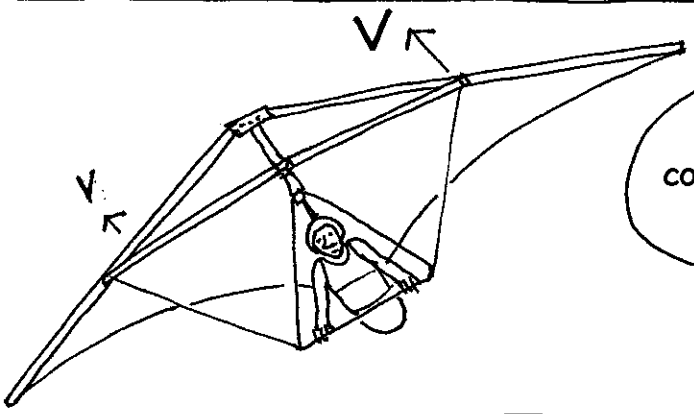
A bola desliza no sentido em que é efectuada a **DERRAPAGEM**.



# PEQUENA DIGRESSÃO ACERCA DAS ASAS DELTA (ver página 16)



O piloto de asa delta vai deslocando o seu peso à medida que precisa de fazer viragens.

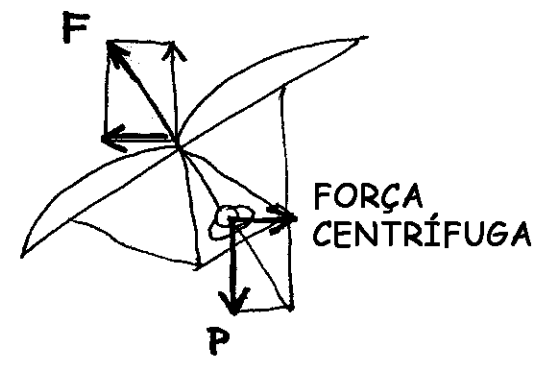


Uma vez a viragem iniciada, a inclinação desempenha o seu papel. A mesma mantém-se porque a asa exterior se desloca um pouco mais depressa.

Mas... como é que ele consegue controlar a sua viragem? Será que ele tem... alguma bola ou quê?



O piloto de asa delta não precisa de bola nenhuma, **POIS A BOLA... É ELE PRÓPRIO!** A viragem acentua-se até a força centrífuga dispor o corpo do piloto no plano de simetria da máquina onde o sistema de transversal flutuante o mantém automaticamente.



A força centrífuga equilibra a componente radial da força aerodinâmica.

# O FIO DE LÃ

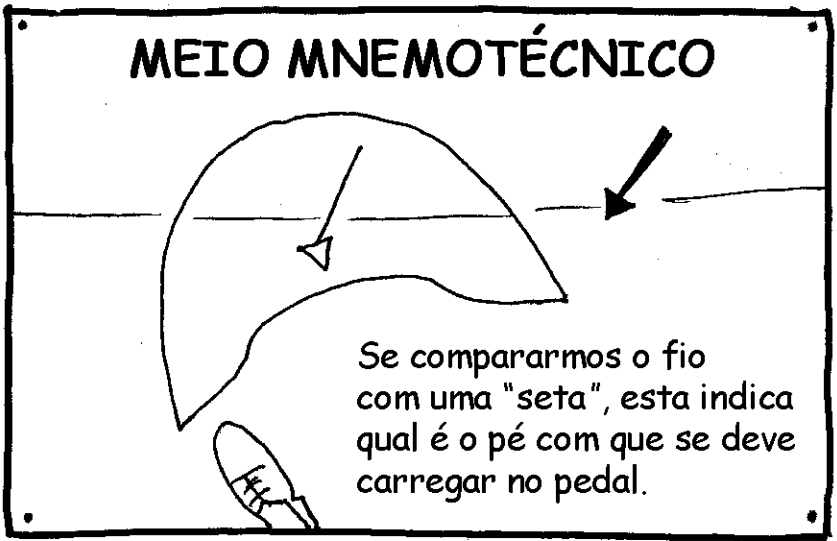
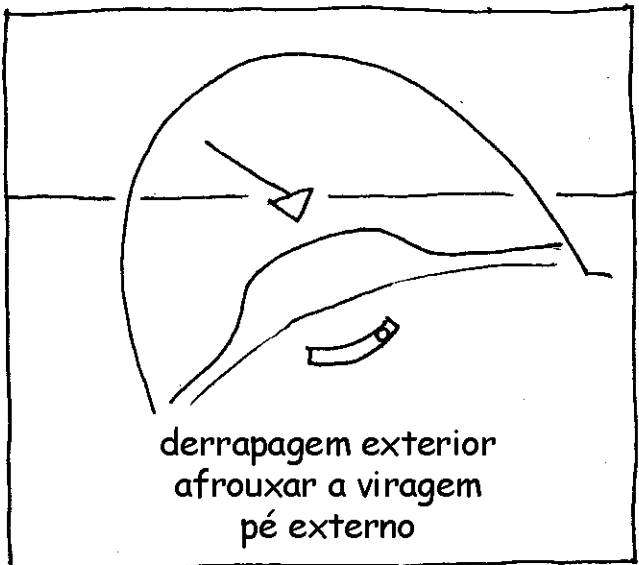
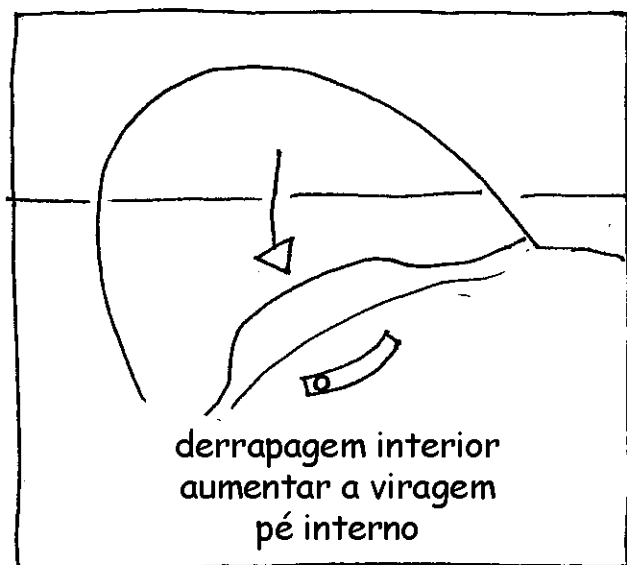


Cuidado aí, ó malta!

Este fio de lã colado no vidro desempenhará a mesma função.

Essa bola até pode ser ótima, mas tem um inconveniente... Não tiras os olhos dela e não prestas atenção para onde estás a ir!

Como funciona?



# COMBINAR OS COMANDOS

Quando se faz uma viragem, se volta a colocar em linha recta, se afrouxa ou se aumenta uma viragem, tem de se actuar simultaneamente com o pé e com a alavanca de comando.



Isto é o que se chama combinar os comandos.

\* Alavanca para a esquerda, pé a esquerda

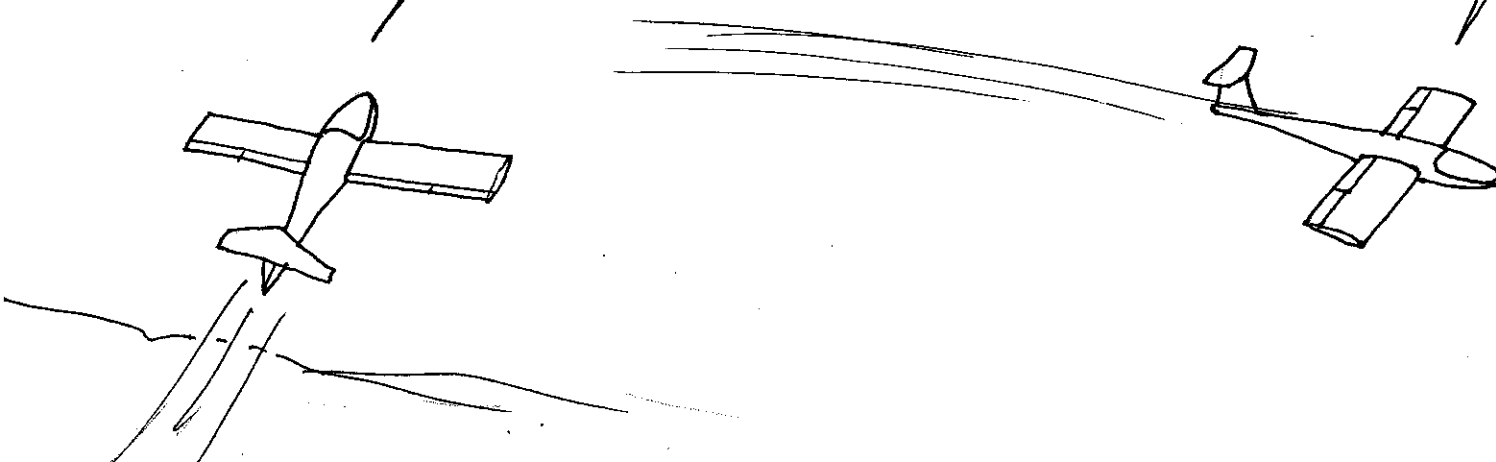


\* Alavanca para a direita, pé à direita



Graças a estes comandos, o planador obedece-me, que é um mimo!

Empurro a alavanca, ganho velocidade.





# DESENGATE

Puxo pela alavanca para cabrar o aparelho.



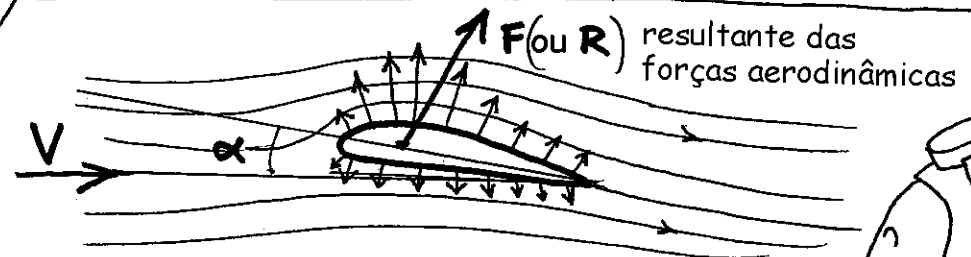
Lá vou eu ao encontro das nuvens.

Sofia, estamos a cair que nem calhaus!



E olha que não mexi em nada, o que raio se passa?

Passo a explicar. Olha para esta ilustração. Retrata o fluxo do ar em torno da tua asa em condições normais.



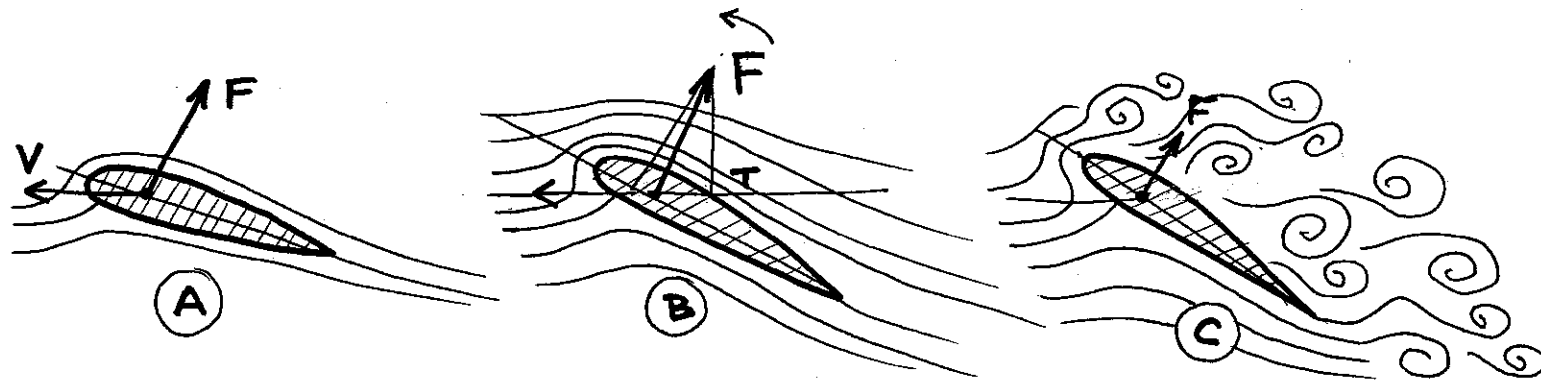
Normais... como assim?

Quando a **INCIDÊNCIA**  $\alpha$  debaixo da qual a asa é atacada pelo fluxo de ar incidente a uma velocidade  $V$ , é moderada. Vamos dizer aí uns  $6^\circ$  a  $15^\circ$ .

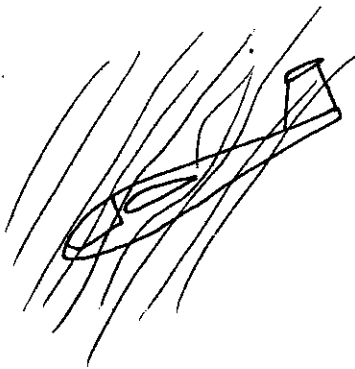
Meu anjo, acabaste de fazer um belo de um desengate!

Acabei de fazer O QUÊ?!



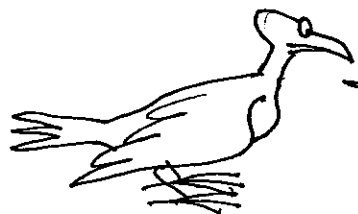


- Em **A**, uma configuração de voo normal.
- Em **B**, voo de grandes ângulos. A força aerodinâmica projecta-se sempre na direcção da velocidade  $V$  dando um arrasto  $T$ , mas a oscilação para a frente dessa força  $F$  faz com que ela se projecte para a frente do plano da asa.
- Em **C**, o ar deixa de contornar a parte anterior do perfil alar. Sob o efeito da força centrífuga, o fluxo **QUEBRA**. A sustentação perde-se. O planador "faz uma reverência", pois vai em posição de picagem (de nariz para baixo).

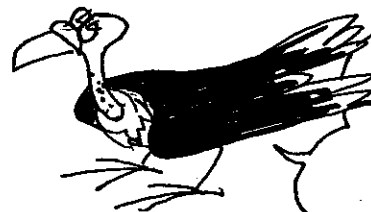


Depois de um **ABATIMENTO**, o planador volta a embalar e ganha velocidade com toda a naturalidade. O fluxo volta a **ADERIR** ao perfil. A sustentação reaparece bruscamente, o que se deve à velocidade  $V$  que se ganhou. Se o piloto sentir que o seu planador está a desengatar e a afundar, pode acelerar esse retorno para uma configuração normal indo ligeiramente em posição de picagem e empurrando a alavanca de comando, de **PULSO FIRME**.

*A Direcção*



Já alguma vez te aconteceu desengatar, a ti?



Que pergunta! Ia eu, tranquilo da vida, a sobrevoar os Andes, quando fui apanhado por uma lufada de ar ascendente, a qual provocou um **DESENGATE DINÂMICO!**

# AUTO-ROTAÇÃO



Vê lá tu que andava eu a dar umas voltas, atrás de qualquer coisa de jeito para encher o bandulho, uma carcaça ou assim, quando de repente... eh pá, nem te passa!

Não me digas que desengataste porque o VENTO RELATIVO tinha mudado e que aumentou o ângulo de incidência?

Nem mais nem menos. Só que, como a asa interior é mais lenta nas viragens, foi ela que desengatou, a sacana! Vi-me negro... estava a ver que ia desta para melhor!

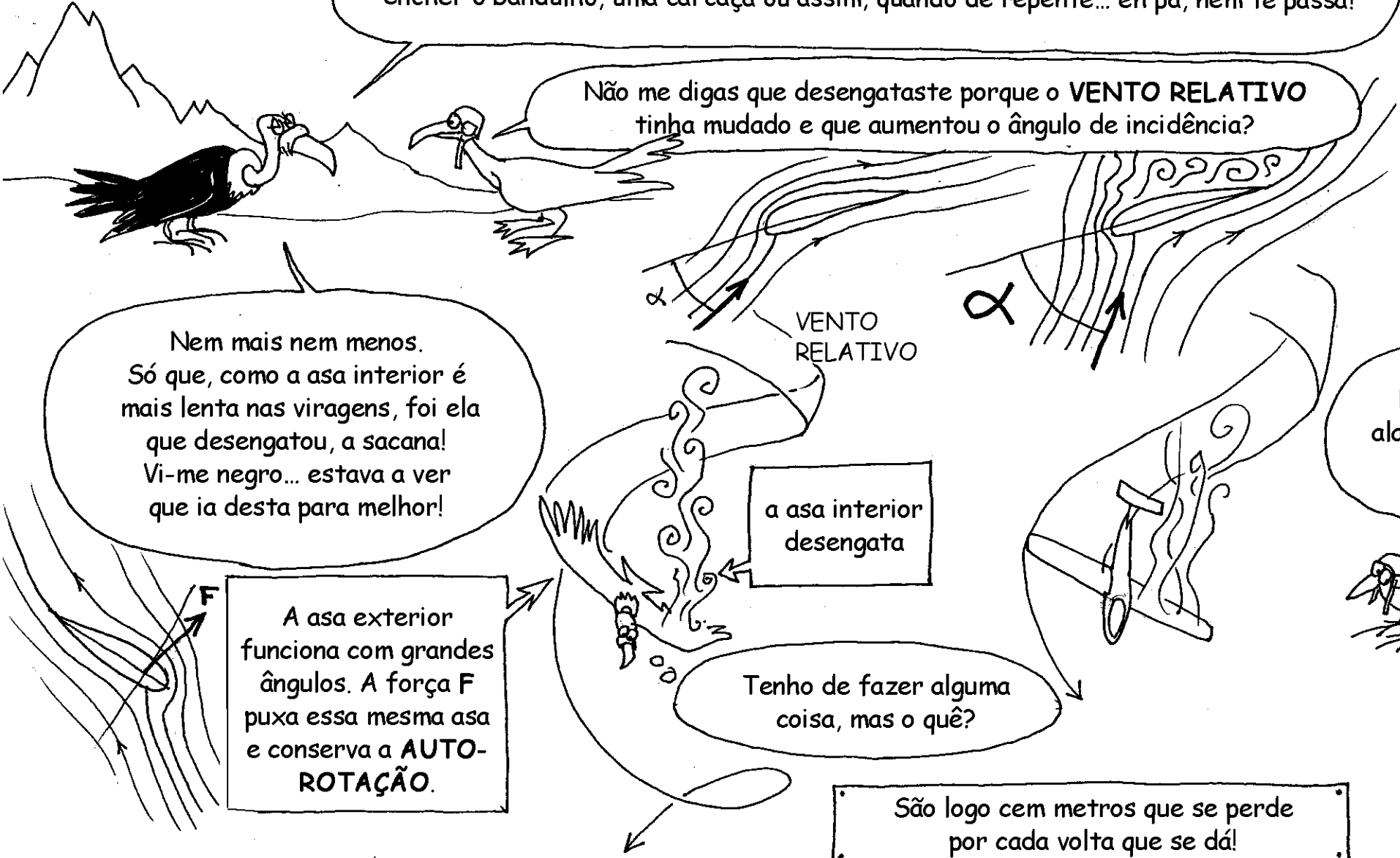
A asa exterior funciona com grandes ângulos. A força  $F$  puxa essa mesma asa e conserva a **AUTO-ROTAÇÃO**.

a asa interior desengata

Tenho de fazer alguma coisa, mas o quê?

Puxar pela alavanca? **Nem pensar!**

São logo cem metros que se perde por cada volta que se dá!



Neutralizar de imediato,  
prego a fundo, e ir a pique para  
voltar a ganhar velocidade.

demasiado inclinado  
demasiado lento

início da  
auto-rotação

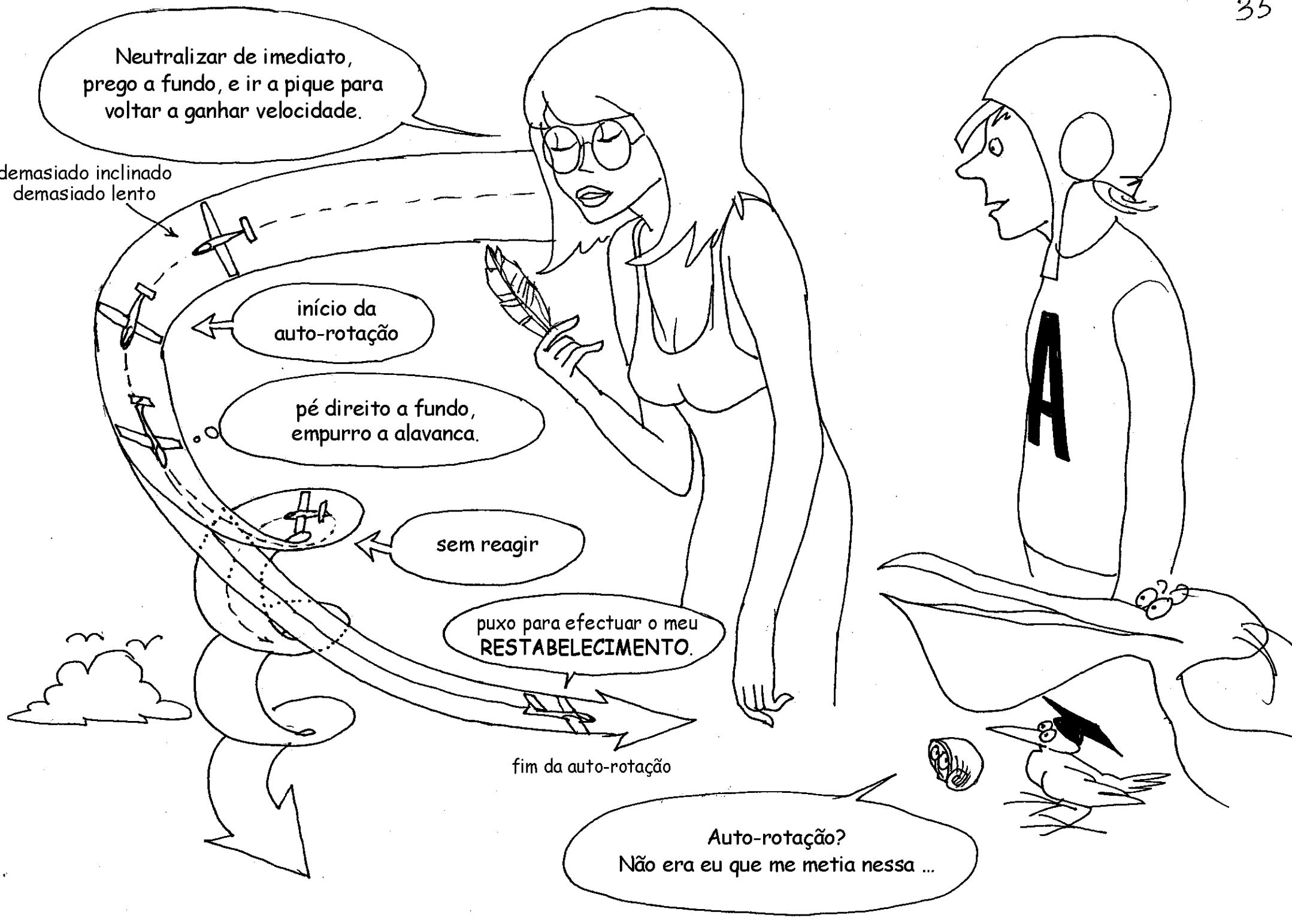
pé direito a fundo,  
empurro a alavanca.

sem reagir

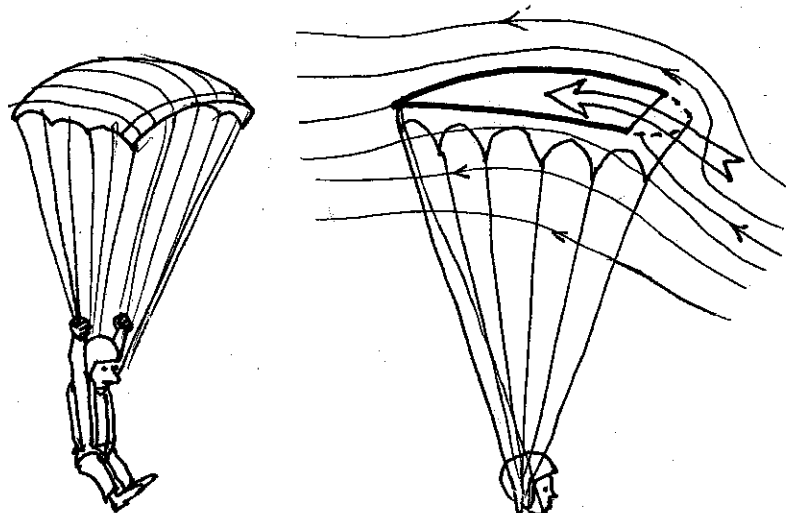
puxo para efectuar o meu  
**RESTABELECIMENTO.**

fim da auto-rotação

Auto-rotação?  
Não era eu que me metia nessa ...

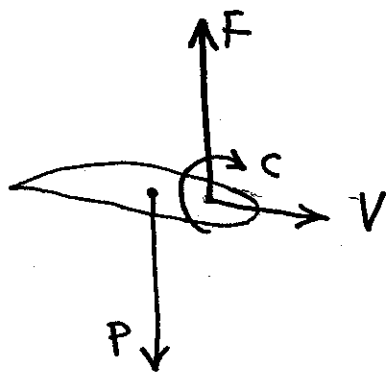
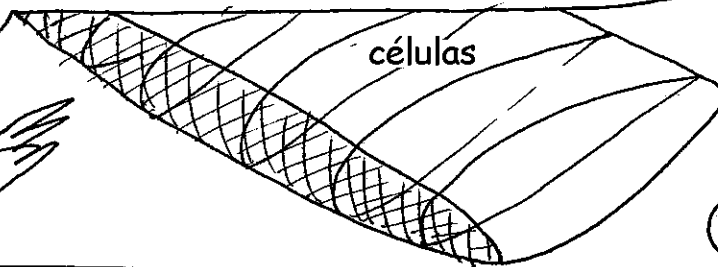
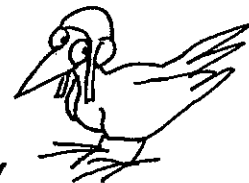


# PARAPENTE: QUANDO A VELA VIRA MORTALHA...

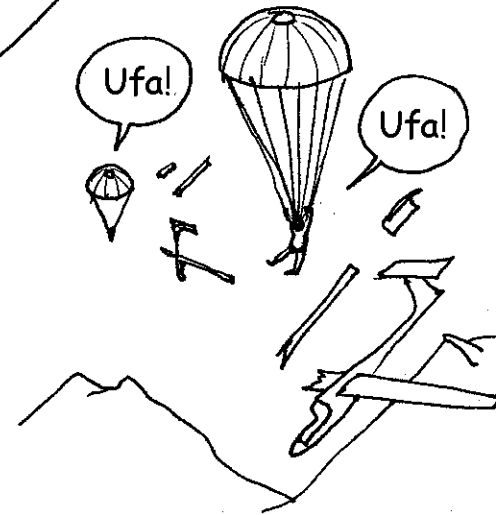


O parapente é uma extrapolação do PÁRA-QUEDAS COM CÉLULAS, que veio substituir a antigo pára-quadras hemisférico (\*), actualmente utilizado apenas em casos de emergência.

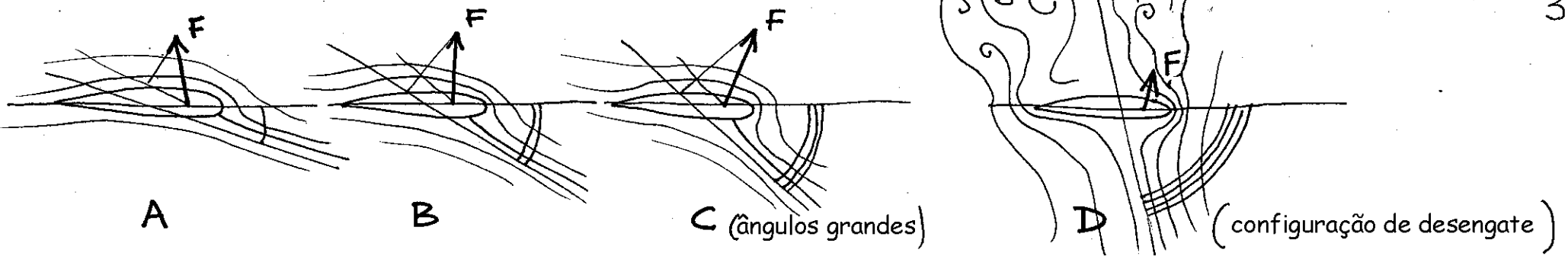
É obrigatório o porte do pára-quadras nos planadores para situações de colisão entre os mesmos.



É a centragem média do piloto que equilibra o leme de profundidade da asa (em posição de picagem). O enchimento do perfil é assegurado graças à sobrepessão na parte anterior da asa, feita com um tecido de malhas largas.



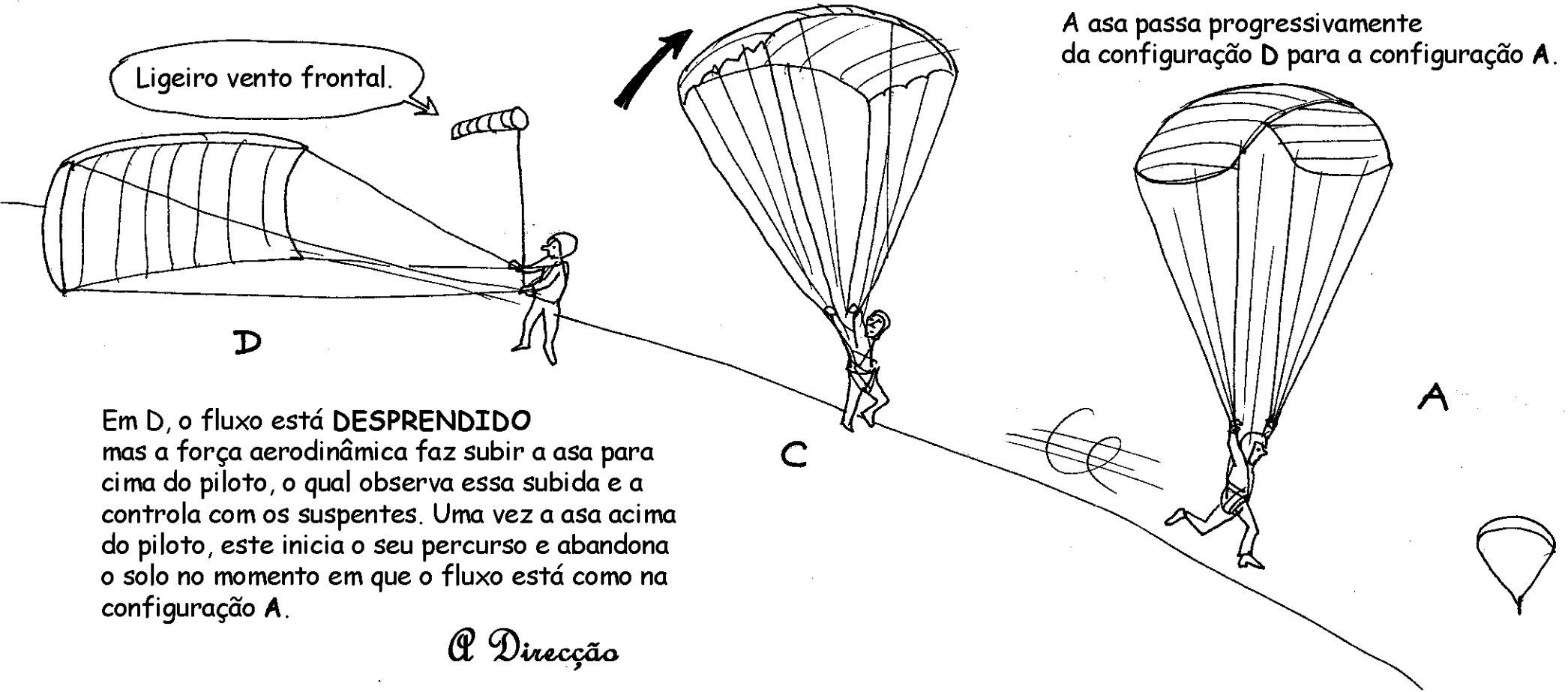
(\*) Desce verticalmente a 6 m/s. Velocidade de descida dos pára-quadras com células: 2,5 m/s.



Sabe-se que quando a incidência (a direcção do **VENTO RELATIVO**) aumenta, a força aerodinâmica, que age no **FOCO** da asa a 25% da sua **CORDA**, oscila progressivamente para a frente. O fluxo acaba por se **DESPRENDER**. A força diminui mas **FICA DIRIGIDA PARA A FRENTE DO PERFIL**.

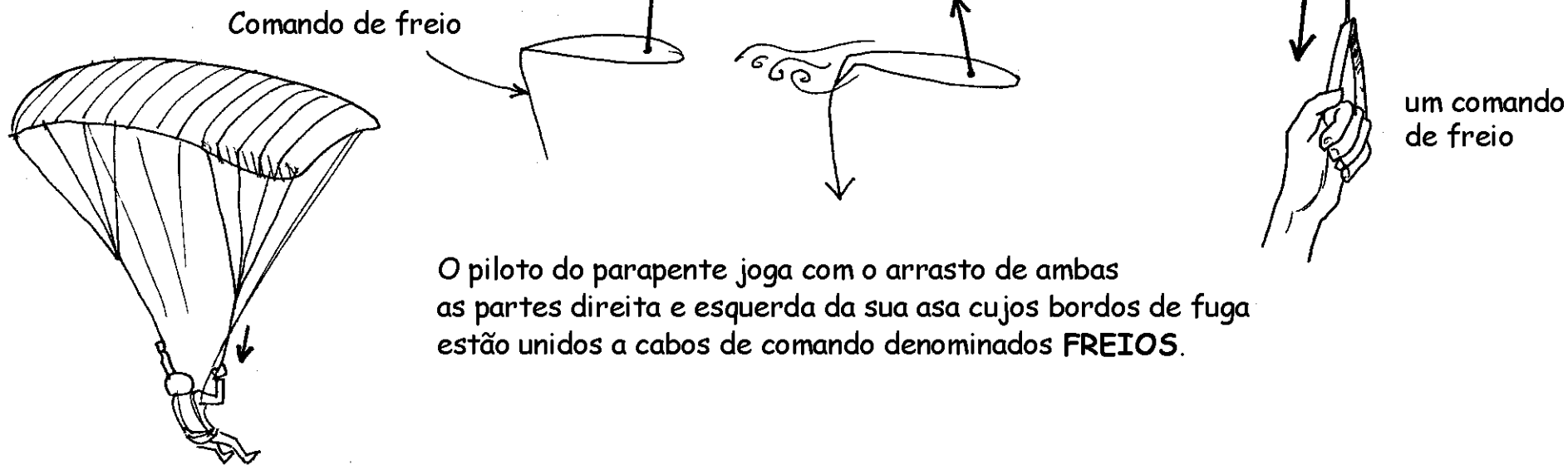
## A DESCOLAGEM EM PARAPENTE

A asa passa progressivamente da configuração D para a configuração A.

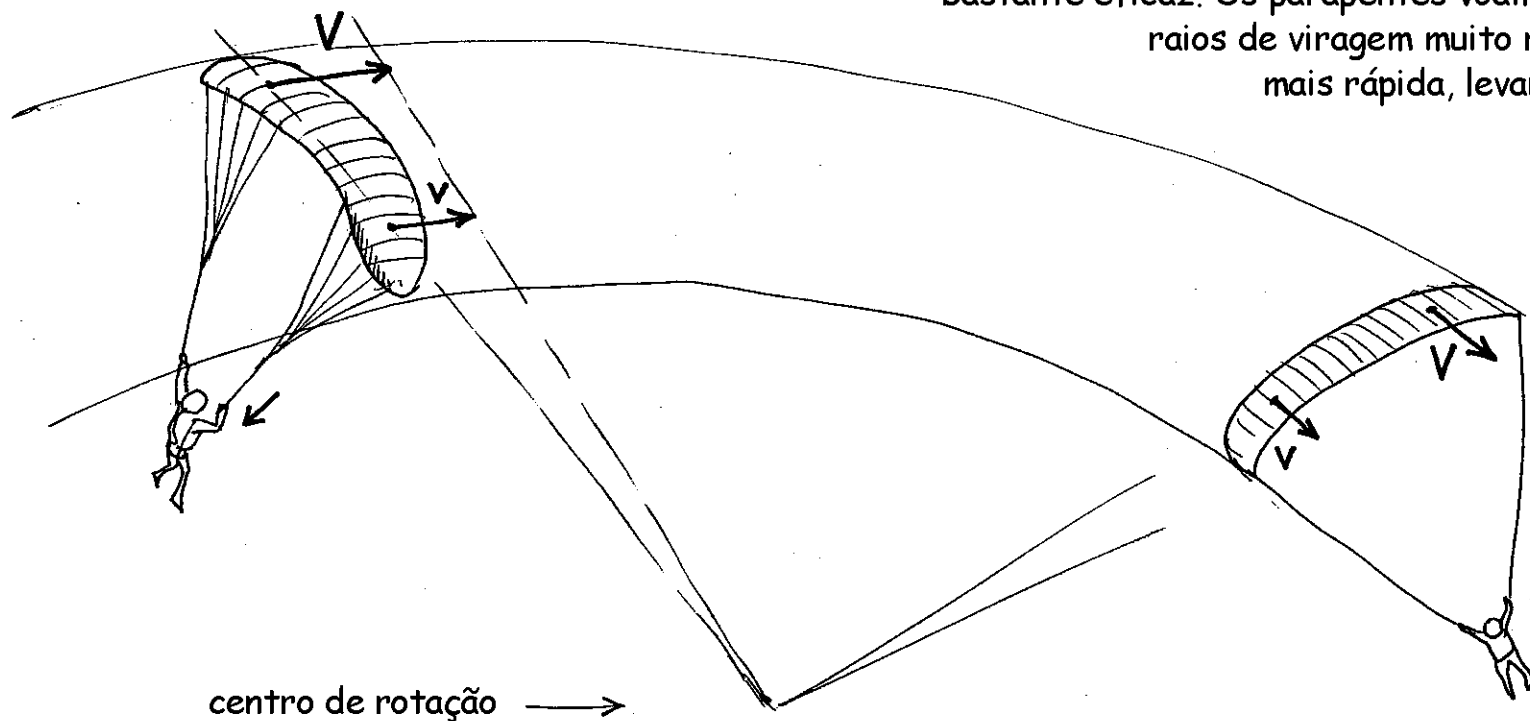


Em D, o fluxo está **DESPRENDIDO** mas a força aerodinâmica faz subir a asa para cima do piloto, o qual observa essa subida e a controla com os suspentes. Uma vez a asa acima do piloto, este inicia o seu percurso e abandona o solo no momento em que o fluxo está como na configuração A.

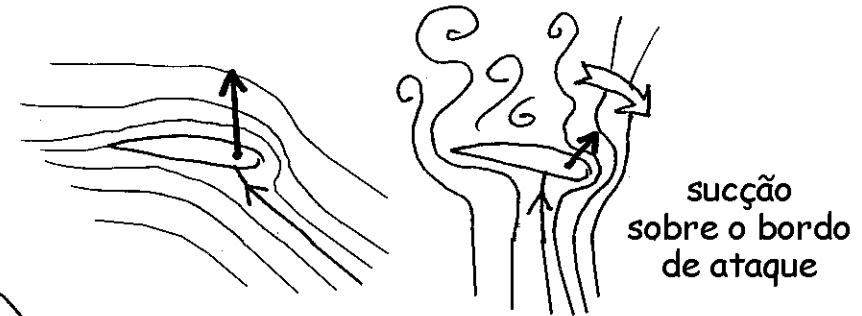
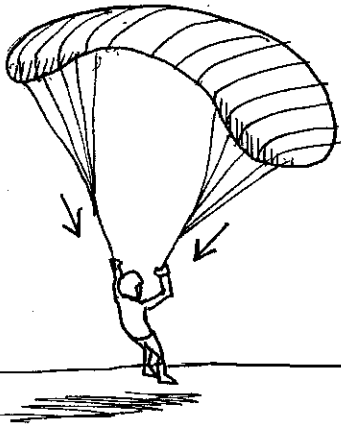
*A Direcção*



Aqui, o piloto puxa pelo seu freio direito. Aumento o **ARRASTO** da parte direita da sua vela, tornando-se uma manobra de viragem bastante eficaz. Os parapentes voam lentamente e adoptam facilmente raios de viragem muito reduzidos. A parte exterior da asa, mais rápida, levanta-se (**OSCILAÇÃO INDUZIDA**).



Se ele puxar pelos dois freios ao mesmo tempo, conseguirá desacelerar a sua asa até à **VELOCIDADE DE DESENGATE**, sendo esta uma manobra que deve ser executada imediatamente antes de voltar a ter contacto com o solo aquando da **ATERRAGEM** a fim de anular a sua velocidade.



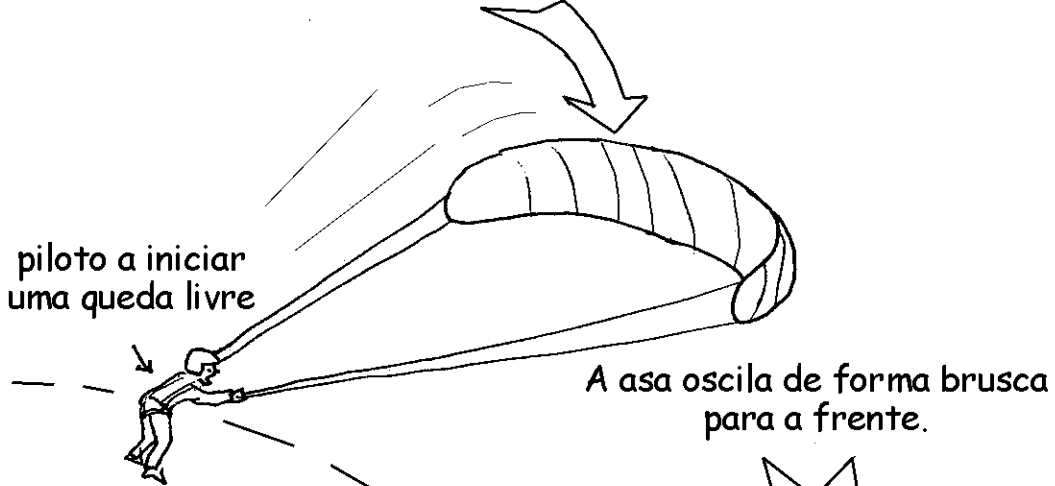
Fora isso, a respectiva manobra é **MUITO PERIGOSA**. Também pode ocorrer sob o efeito de uma violenta **RAJADA ASCENDENTE** provocando um **DESENGATE DINÂMICO**.



Desengate dinâmico aquando de um voo numa **ATMOSFERA TURBULENDA** a meio do dia.

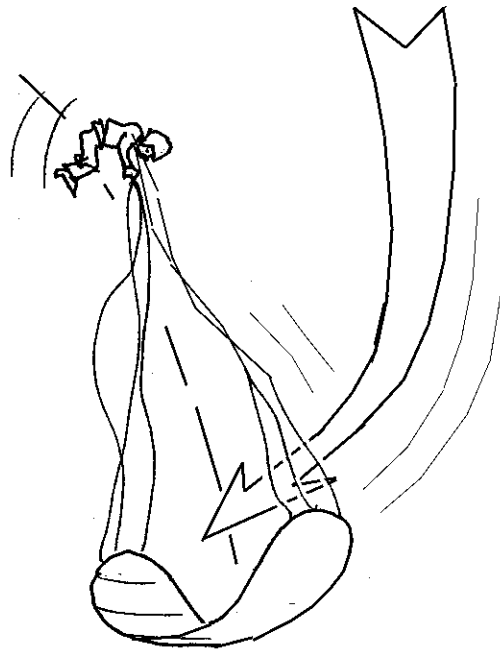


piloto a iniciar  
uma queda livre



A oscilação da força aerodinâmica para a frente do perfil propulsa a asa, de inércia quase nula, freneticamente para a frente.

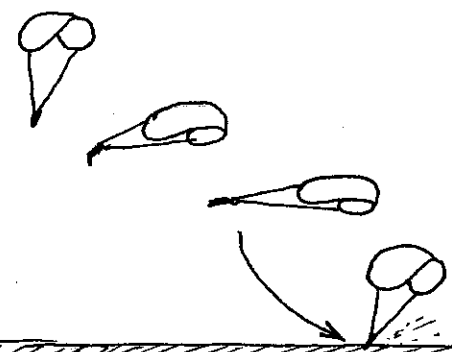
Se o piloto não contrariar esse movimento (\*) com uma travagem brusca da vela, esta acabará por passar debaixo dele...




... CAIRÁ EM CIMA DA MESMA, CORRENDO PERIGO DE VIDA

(\*) A tendência do iniciante, não alertado, pelo contrário, é... largar tudo!

Se o incidente ocorrer junto do solo e se, por sorte, o parapentista não se encontrar na sua vela, uma manobra bastante brusca poderá fazê-lo retomar violentamente contacto com o solo.

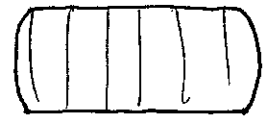


tornozelos e joelhos pulverizados, vértebras partidas

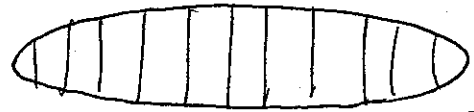
Nos desportos aéreos, tem de haver um compromisso entre **DESEMPENHO** e **SEGURANÇA**. Um perfil plano  permite velocidades mais elevadas, que é precisamente aquilo que se pretende para passar de uma descida para outra. No entanto, quanto mais plano for o perfil... mais brusco será o desengate. Os inventores também procuram aumentar a **FINEZA** (\*) (à qual faremos referência mais à frente) e, para tal, aumentam o **ALONGAMENTO** dos parapentes, tornando-os vulneráveis aos **VINCOS DO VELAME** perante **TURBULÊNCIAS**, resultando numa perda de altitude de pelo menos 50 metros antes da **REABERTURA**.



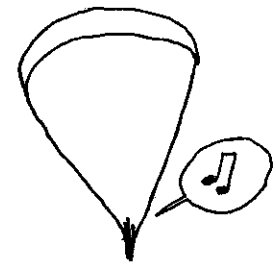
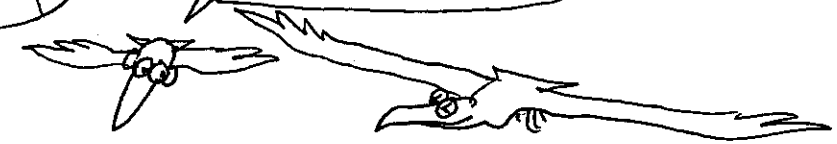
pára-quedas de células



parapente de alongamento crescente



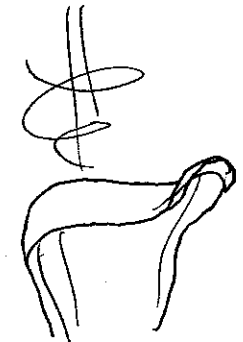
A minha fineza? Bem...



meio-dia já lá vai que céu azul tão lindo mas é melhor ir prevenindo...




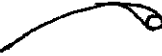




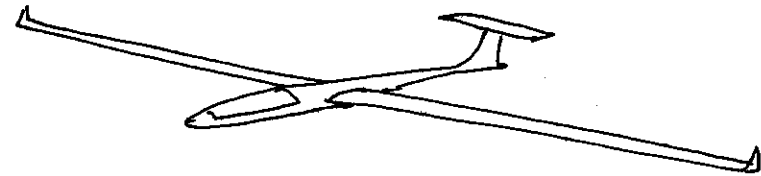
Eh pá!



(\*) A partir de uma altura  $h$ , pode-se alcançar a distância  $d = f h$ , em que  $f$  é a **FINEZA**.

Esta corrida em busca do desempenho afecta, da mesma forma, o mundo das asas "delta".

		
1975	1985	Actualmente
		
superfície simples		superfície dupla (com ripas)
25 km/h fineza 3 ↓ 2,5 m/s	30-75 km/h fineza 7 ↓ 1,8 m/s	40-100 km/h fineza 10 ↓ 1 m/s



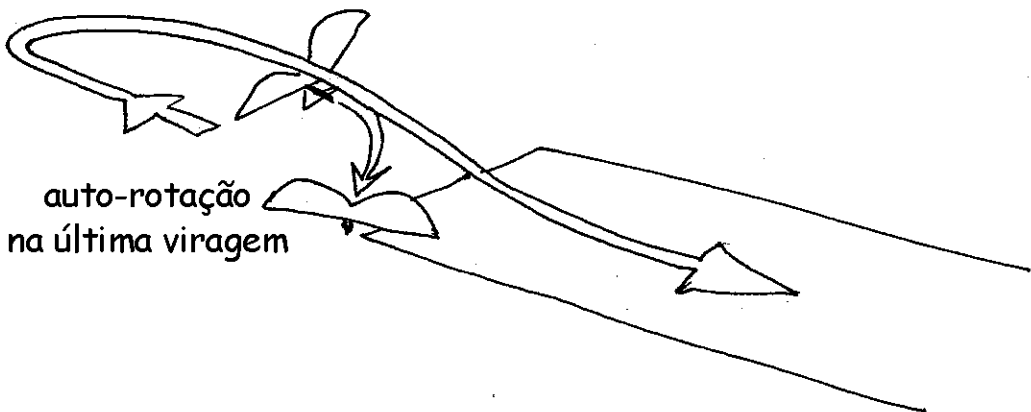
planadores modernos  
65-90-170 km/h  
fineza 20 a 60  
↓ 0,5 m/s

alongamento 20 a 35



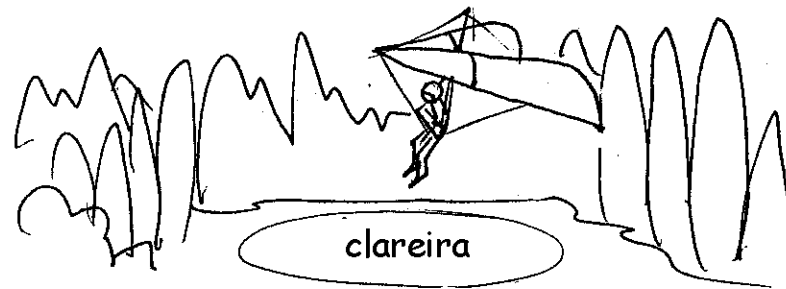
Um bom compromisso deve ter lugar entre o desempenho e a segurança. As primeiras asas delta não podiam desengatar assimetricamente. As da actualidade, cujos alongamento e perfis são biconvexos, têm um comportamento semelhante ao das asas clássicas, o que é visível aquando do desengate em viragem, pois podem arrancar em **AUTO-ROTAÇÃO**.

viragem "final"



auto-rotação na última viragem

6 m/s  
descida de pára-quedas



As primeiras asas delta podiam "cair de pára-quedas", isto é, descer na vertical.

# DOMÍNIO DE VOO

42



- Temos três elementos:
- 1 - As condições aerológicas
  - 2 - A máquina
  - 3 - O piloto

Há condições aerológicas que impedem que determinadas máquinas descolem.

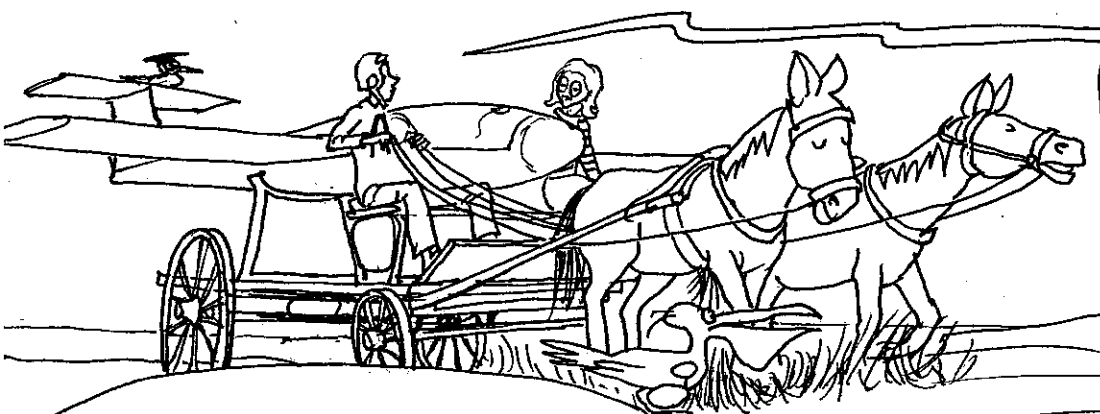
Tu, faz o que bem entenderes. Quanto a mim... acho que vou mas é a pé!

O parapente é um desporto de lazer que não apresenta grandes problemas quando praticado em tempo sereno, de manhã pela fresca, por exemplo, na ausência de vento e de turbulências. Havendo turbulência de ar, o risco é inevitável.

As máquinas aparentemente semelhantes podem apresentar domínios de voo que variam bastante de umas para as outras. Algumas "perdoam", outras não. A corrida em busca do desempenho, doença do mundo contemporâneo, implica riscos.

No mundo da aeronáutica, o provérbio clássico é:  
**BOM PILOTO É O VELHO PILOTO.**





Até que nem foi mal pensado.  
Por este caminho, dá para levar o planador  
a 500 metros acima da planície.

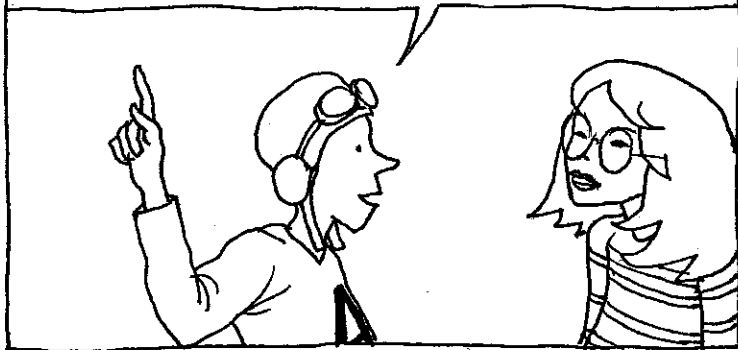
Cabo de vassoura (alavanca de  
d direcção), fio de lã... nada que uma  
boa dona de casa não tenha!

OK, chegámos ao cume.  
De que lado havemos de descolar?



De frente para o vento. Para dar gás,  
estaremos em vantagem.

Achar a direcção do vento? Não há nada  
como o velho truque do dedo molhado!



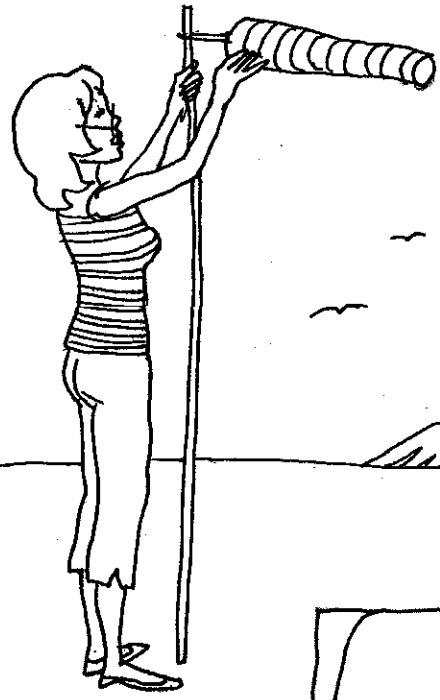
Espera, tive uma ideia.  
Com o calor que está, prefiro ir de  
mangas curtas. Vai-me buscar  
um pau de madeira.

Leão, não acha que  
já está exagerar, não?

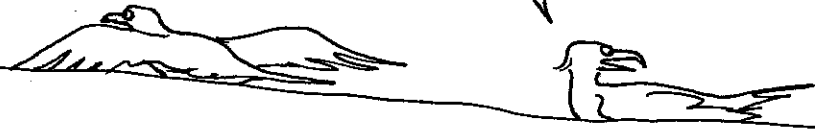


# A MANGA DE AR

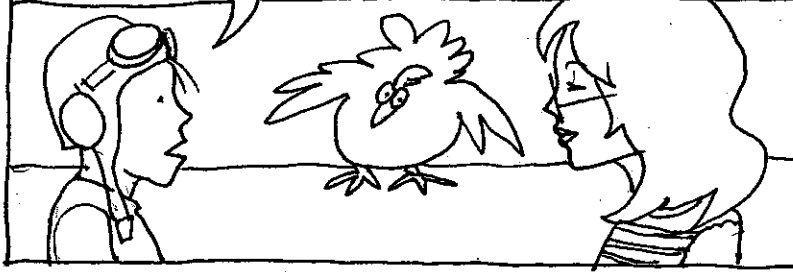
Vês, eu não te disse!



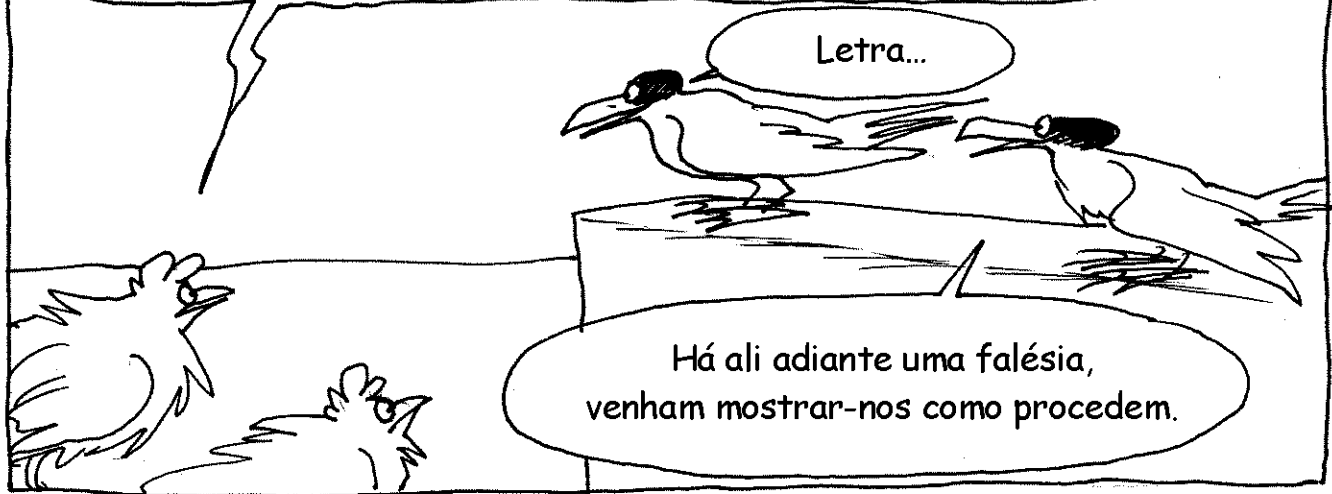
Venham daí, aqui está-se bem.



Nem todas as aves são feitas segundo o mesmo modelo. Algumas parecem voar praticamente sem bater as asas. No entanto, há outras, como é o caso da galinha...



É por terem asas compridas que conseguem fazer isso. Se tivéssemos espaço suficiente por baixo, bem que faríamos tanto ou melhor quanto vocês.



Letra...

Há ali adiante uma falésia, venham mostrar-nos como procedem.

Anda lá, mostra-lhe aquilo de que somos capazes a essas gaivotas emplumadas!

Eu ganhava logo dez anos de juventude!

A boa reputação das galinhas está em jogo.

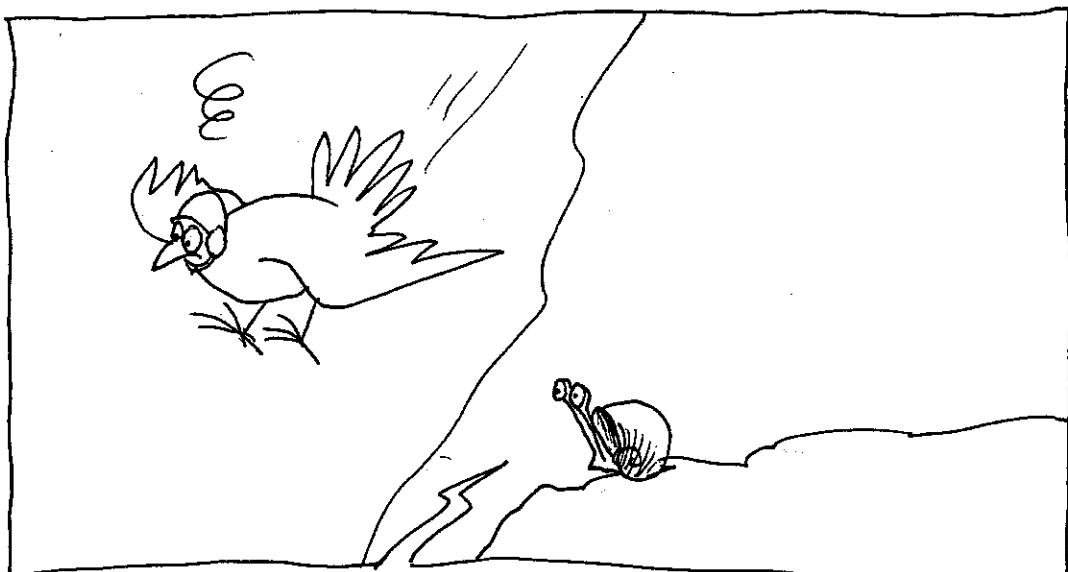
Lamentavelmente, as galinhas medem as distâncias com uma visão binocular.

Tal como os caracóis.

Longe do solo, perde totalmente os seus pontos de referência, como um avião a passar por entre as nuvens ou em tempo nublado. É quase como se estivesse a ficar... cega.

Pinguins me valham! O que é feito do cima e do baixo? Não estou a reconhecer coisa nenhuma...

Mal se começa a afastar do RELEVO, sente-se logo incapaz de medir as distâncias.



# VIRAGEM FORÇADA

O meu fio de lã está no meio, a minha bola está devidamente centrada, os meus comandos estão em posição neutra... não entanto, estou a atingir uma velocidade cada vez maior... Vá se lá entender!

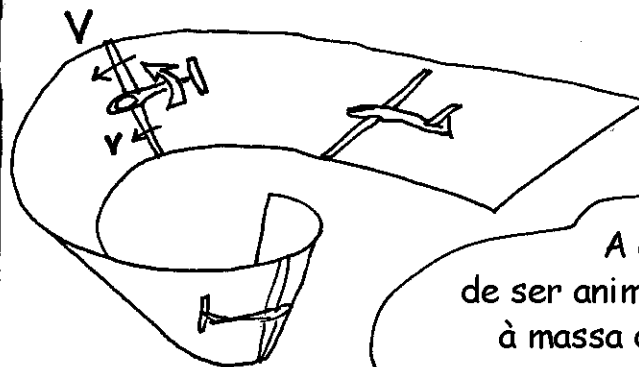
Apanhado por uma nuvem, Anselmo não se apercebe que deixou de voar em linha recta. Na realidade, sem qualquer **HORIZONTE ARTIFICIAL**, estabilizado por giroscópio, é-lhe completamente impossível avaliar a sua incidência e a sua posição. Por isso, poderá encontrar-se numa situação arriscada: a viragem forçada.

Largada de uma altitude de 200 metros, a galinha vê-se incapaz de processar as suas informações visuais a fim de fazer uma representação mental tridimensional do mundo onde se encontra, daí que se sente obrigada a iniciar uma viragem forçada da qual não consegue escapar (\*).

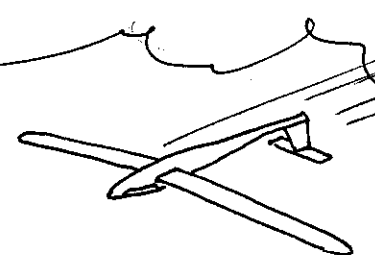


May day!

(\*) Autêntico.



A asa exterior, pelo facto de ser animada por uma velocidade superior à massa de ar, influi num movimento de **OSCILAÇÃO INDUZIDA**.



Uiii... Estou a voar de pernas para o ar?!



Incrível!



Só tens de voar durante dois minutos de olhos fechados e já vês o que acontece.



Os pássaros que parecem voar sem se cansarem muito têm sempre asas bastante compridas: as aves de rapina, os albatrozes...

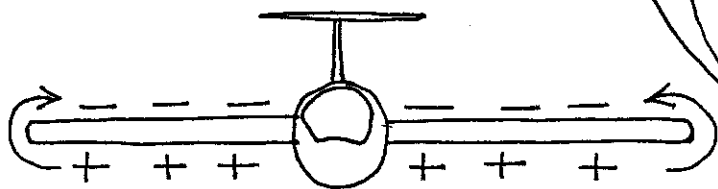
Passaste da asa delta para o planador com cockpit, com superfícies o mais lisas possível, com o objectivo de reduzir ao máximo as perdas de energia que se devem à turbulência criadas pela tua máquina no teu caminho. Mas esqueceste-te de um pormenor...

Porquê?

O quê?

Deixaste passar o pormenor do funcionamento da tua asa, o que te leva a teres de criar uma sobrepressão na parte de baixo, no **INTRADORSO** e uma depressão na de cima, ou melhor dizendo, no **EXTRADORSO**.

Dá qualquer coisa como isto:

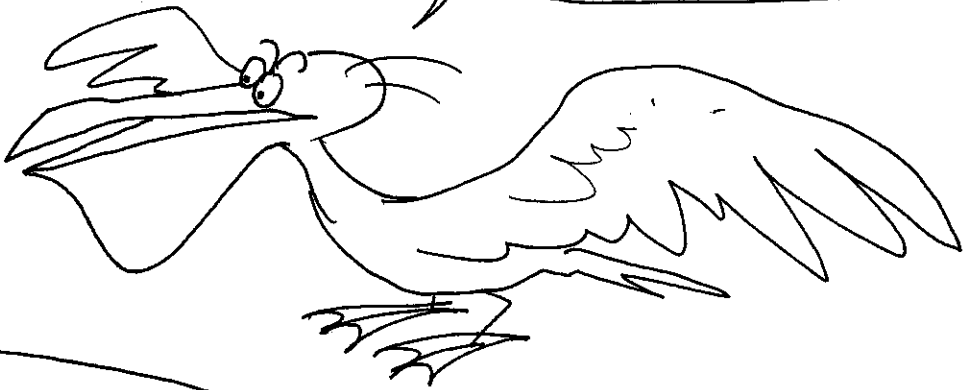


Os **TORVELINHOS MARGINAIS** são uma fonte de dissipação de **ENERGIA**.



Uma vez que as extremidades são uma fonte de perda de energia, há que remover as mesmas e conceber uma asa sem extremidades.

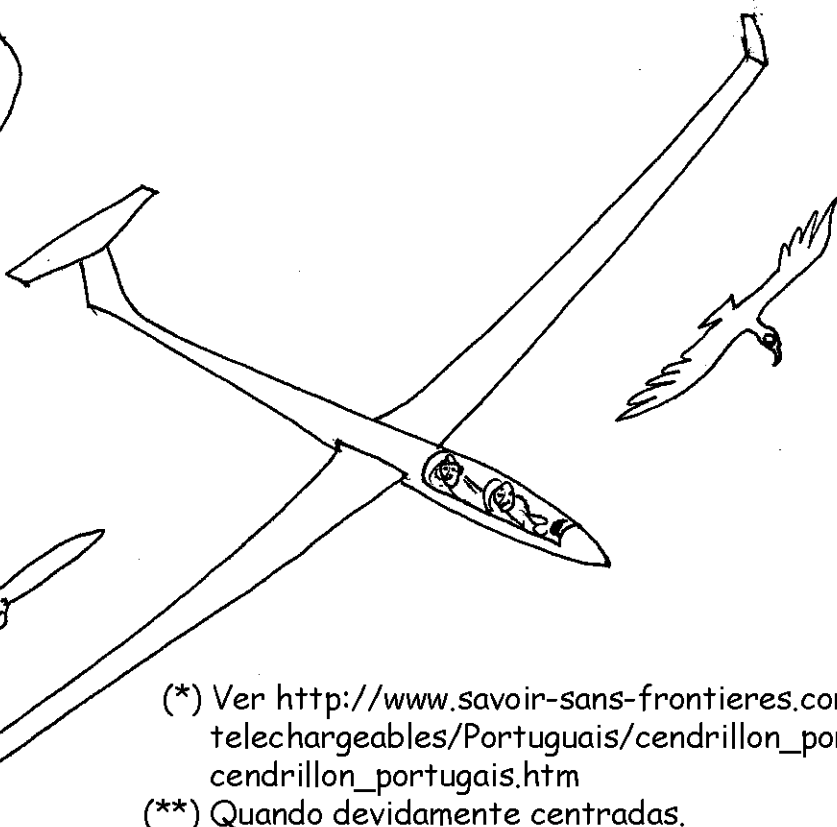
Ó Tiresias, isso nem parece seu! Onde é que já se viu uma asa sem extremidades?!



Ora pense bem... O Mago Merlim chegou a referir isso no álbum **A GATA-BORRALHEIRA 2000**, nas páginas 33 e 34 (\*). Aliás, são asas que até planam bastante bem (\*\*).

A outra solução consiste em alongar as asas ao máximo para minimizar as ditas perdas nas extremidades das asas a quase nada.

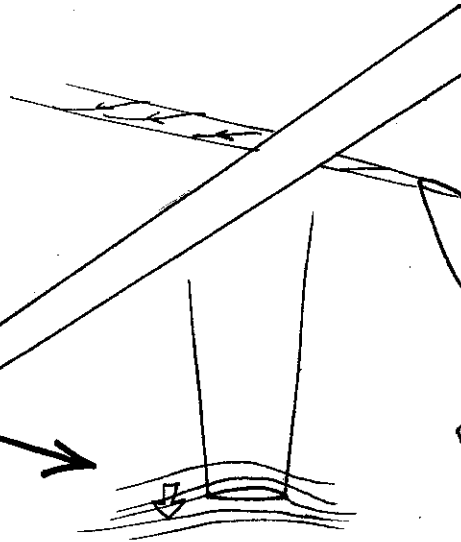
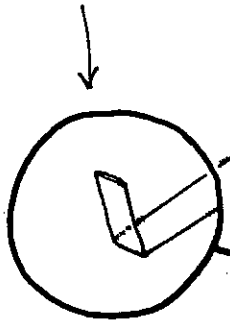
Porquê que as extremidades das asas estão viradas para cima?!



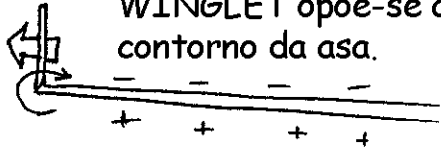
(\*) Ver [http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Portugais/cendrillon\\_portugais/cendrillon\\_portugais.htm](http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Portugais/cendrillon_portugais/cendrillon_portugais.htm)  
(\*\*) Quando devidamente centradas.

# OS WINGLETS

esquemáticamente

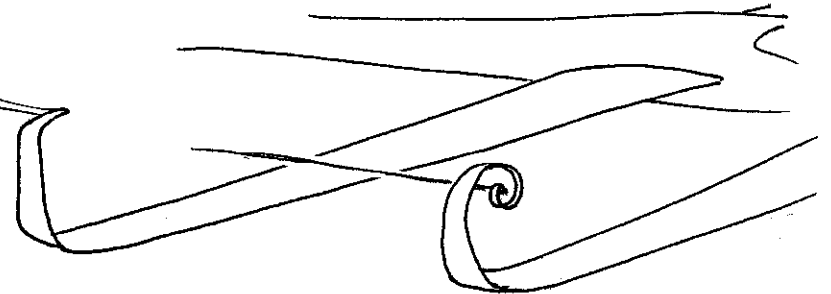


A velocidade induzida pelo WINGLET opõe-se ao contorno da asa.



Os **WINGLETS**, esquematicamente, são mini-asas dispostas perpendicularmente à asa principal, de tal forma que o respectivo perfil cria uma (fraca) **VELOCIDADE INDUZIDA** que se opõe ao contorno da extremidade da asa, devendo-se à diferença de pressão que reina entre o intradorso e o extradorso. O Winglet cria o seu próprio turbilhão marginal, mas o rendimento consegue ser tão notório quanto esta ideia, que poderia ter subido à tona há um século atrás, tendo, nos dias que correm, invadido progressivamente todo o mundo da aeronáutica.

Fui eu quem inventou o (WINGLET)<sup>2</sup>.



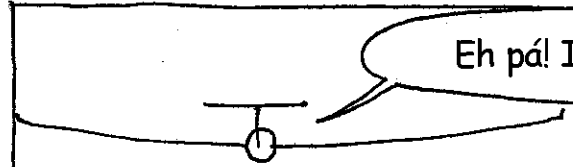
Pelos ensaios que realizei em maquetes, este novo planador, desde um desnível  $h$  de 500 metros, deve permitir-nos sobrevoar todo aquele vasto campo que se vê ao longe, no horizonte, a uma distância  $d = 20$  quilómetros (\*).



Força nisso! Fio de lã no meio, velocidade óptima para obter a **MÁXIMA FINEZA**.



Eh pá! Isto desliza, que é um mimo, a 95 km/h!



Optimizei absolutamente tudo. A espessura do perfil: plana para conseguir uma melhor penetração. Até pensei no pormenor do trem de aterragem com uma roda. Desta vez, sim, pensei em **TUDO**. Não deixei nada ao acaso.



(\*) O que corresponde a uma **FINEZA**  $d/h = 40$ . Porém, há certos planadores que chegam a fazer mais de 60 (inclinação de descida: 1 grau).

Aproximação perfeita, ou quase. Vou pôr o trem de fora. Evitei as árvores na entrada da pista com um astuto movimento das asas.

Ao longe, quase que se não viam.

Sofia, o quê que se passa?  
Vamos fazer um voo rasante ao terreno,  
não há meios de aterrar como deve ser!

Lembra-te que as tuas  
árvores mediam 10 metros,  
dai a tua descida se prolongar  
de 400 metros.

Pois é, tens razão.  
Assim, nunca havemos de pousar!

Por um pouco,  
bem que ia ser bonito, ia...

Levanta um pouco o pé se é que  
não queres virar a máquina!

Ufa, vá lá! Ainda dá  
para dar prego a fundo...

**MUUU!**

Por um instante, cheguei a pensar  
que íamos arrasar com a vaca, coitada!

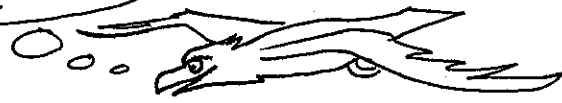
# AEROFREIOS

Não percebo. As águias têm uma boa fineza. No entanto, conseguem pousar em distâncias bastantes curtas.



Basta observá-las.

Olha, restos sangrentos, bem como eu gosto...



Vou quebrar a minha fineza.

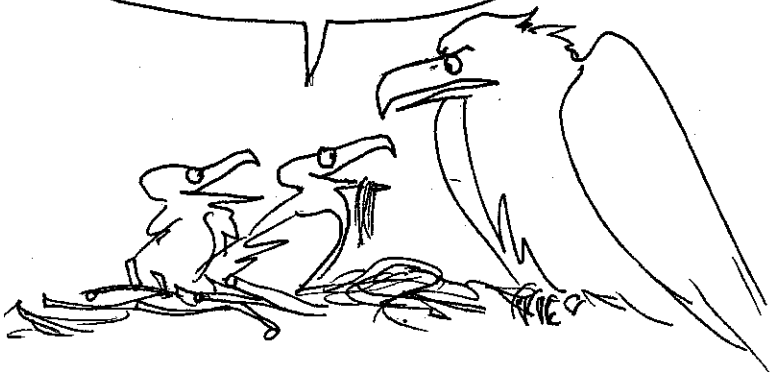


Redescolagem imediata.



Travagem aerodinâmica.

Mamã, voltaste a passar por lorpa. Isto é esparguete com molho de tomate (\*).



A ave rapina opera em dupla manobra: reduz a sua superfície de sustentação e trava com as suas penas.

(\* ) Experiência vivida pelo autor no Simba Camp da cratera Ngoro Ngoro (Tanzânia), nos tempos em que era guia de Safari na África.



Podes adaptar um sistema que saia da asa, destrua a sustentação (SPOILER) numa parte considerável do velame e crie um arrasto bastante relevante de forma a travar o aparelho. Assim, a 100 km/h, podes descer a 4 m/s, o que vai reduzir a tua fineza pelo valor de  $\frac{28 \text{ m/s}}{4 \text{ m/s}} = 7 (**)$ .

(\*\*) Em vez de 0,5 a 1 m/s em voo normal (relativamente à massa de ar).

Trata-se de velocidades relativamente à massa de ar. Com vento frontal, a inclinação de descida é mais acentuada.



Consigno controlar a minha descida pondo, mais ou menos, de fora os spoilers e, no final da aterragem, actuam sobre os travões.

(\*\*) Valores próximos dos desempenhos do actual "planador aprendiz médio", isento de abas e cuja fineza é  $f \geq 30$ .

(\*) Foi experimentado com aviões, nos anos trinta, sem grande sucesso.