

**Manual básico para construção de ZAGIs  
(asas voadoras)**

**Manual básico para construção de ZAGIs  
(asas voadoras)**

**Julho de 2008**

**Autor: Ronilson Nogueira**

**ATENÇÃO**

Este manual foi criado para utilização sem fins lucrativos na divulgação do aerodelismo, e está disponível para baixar gratuitamente em [www.e-voo.com/manual](http://www.e-voo.com/manual)

Se você o recebeu sem pagar nada e/ou se deseja compartilhá-lo com seus amigos e colegas, a utilização e distribuição eletrônica ou impressa é livre desde que sem fins lucrativos.

As informações aqui contidas podem ser utilizadas em outros materiais ou sites desde que sem cobrança, com referência ao material original e somente com autorização escrita do autor.

Entretanto, é vedada a venda ou utilização do material com fins comerciais, exceto se autorizado pelo autor.

Para maiores informações, escreva um e-mail para [suporte@e-voo.com](mailto:suporte@e-voo.com)

# Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

## PERFIL:

“Generalizando” podemos dizer que perfis mais grossos resultam num vôo mais lento e estável, e perfis mais finos resultam num vôo mais rápido e ágil porém menos estável.

Os perfis ZAGI (ZAGI10 e ZAGI12) são os tradicionais, e os perfis MH (MH45 e MH60) são os mais modernos.

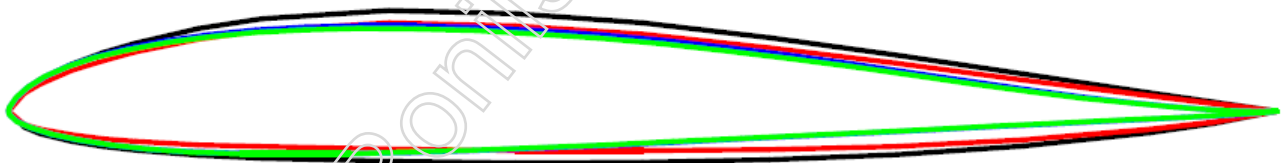
Com qualquer um dos perfis acima a asa vai voar bem, diferenciando um pouco apenas no estilo do vôo (mais lento ou mais rápido).

Existem várias “vertentes” que defendem tanto um como o outro perfil como sendo o melhor, particularmente eu não acho que vale a pena quebrar a cabeça com isso. Apenas escolha um deles e seja feliz!

Veja no desenho abaixo uma comparação simples entre os perfis:

Perfis em comparação:

ZAGI12 =   
ZAGI10 =   
MH 60 =   
MH 45 = 



Seguindo então apenas a linha de raciocínio da espessura dos perfis teríamos:

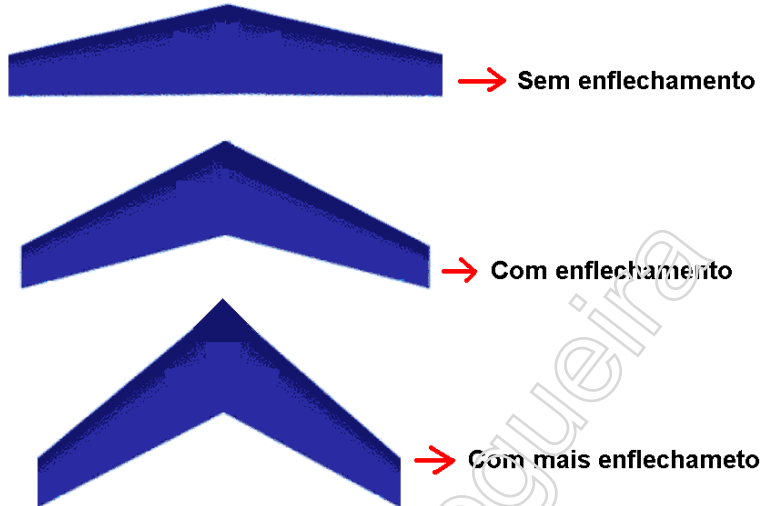
- Perfis MH são mais finos que os Zagi
- O ZAGI12 é mais grosso que o ZAGI10
- O MH60 é mais grosso que o MH45

## Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

### ENFLECHAMENTO:

O enflechamento (que é o quanto a ponta da asa é fechada para trás) numa Zagi faz a função da cauda de um avião normal.

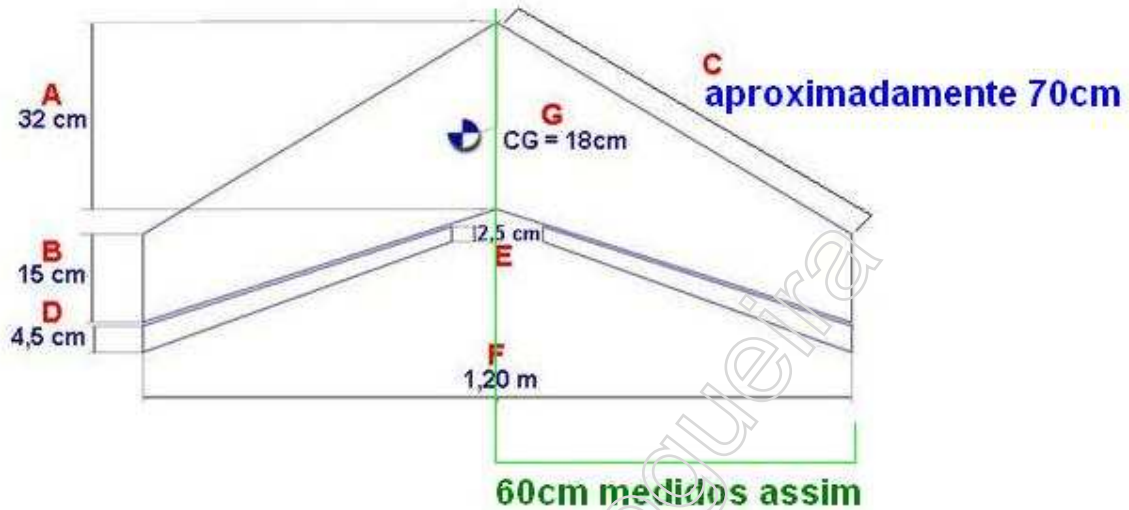
Por isso quanto mais enflechada mais estabilidade a asa terá, quanto menos enflechamento mais crítico será o vôo e mais difícil de acertar o CG.



# Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

## Dimensões:

Abaixo seguem as medidas corretas da asa.



- A** - Tamanho da corda raiz = 32cm
- B** - Tamanho da corda da ponta = 15cm
- C** - Comprimento de cada metade da asa = aproximadamente 70cm
- D** - Largura da ponta do aileron = 4,5cm
- E** - Largura da raiz do aileron = 2,5cm
- F** - Envergadura da asa = 1,20m (soma das duas metades da asa)
- G** - Localização do CG = a 18cm do bico da asa



A espessura da balsa é de 3mm

## Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

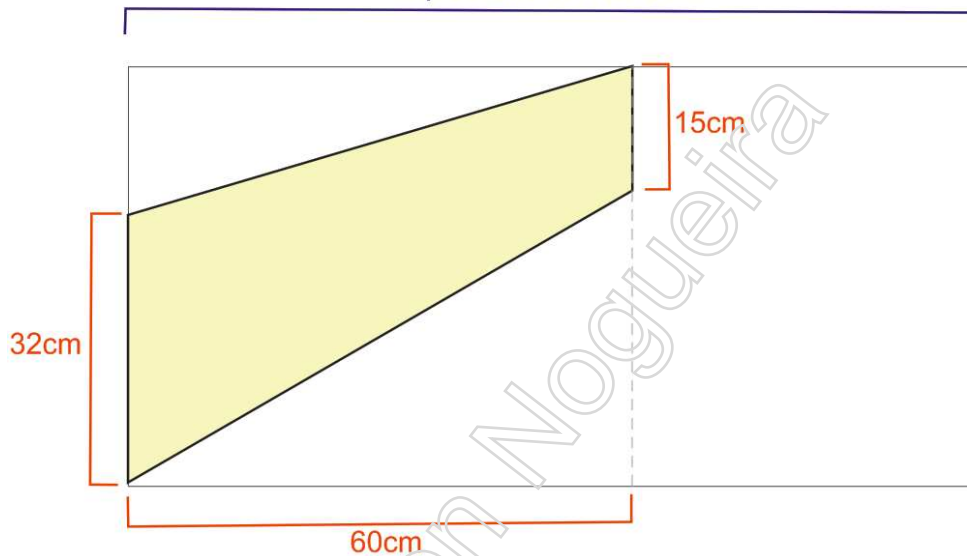
Veja no desenho abaixo como definir automaticamente as dimensões e o grau de enflexamento da asa ao riscar a chapa de isopor, tomando-se como base a medida padrão de uma chapa de isopor que é de 50cm x 100cm (caso a chapa não tenha esse tamanho exato, use o exemplo para utilizar a área que tiver).

Para facilitar ainda mais faça um molde (cartolina, papelão, etc) da meia asa e deixe guardado para não precisar perder tempo medindo o isopor nas próximas asas que fizer.

### Asa de 1,20m (tamanho padrão para servos standard)



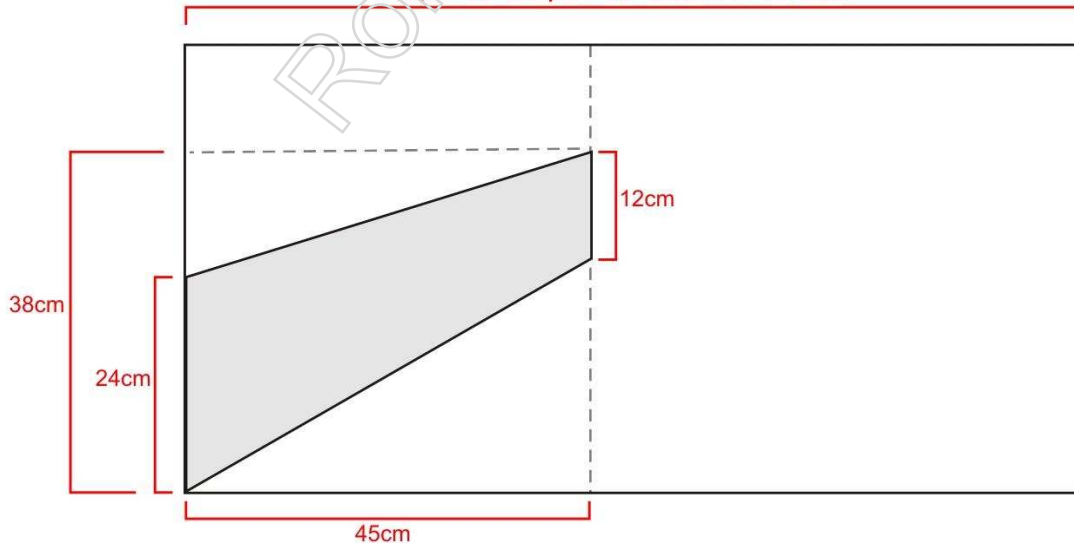
Chapa de isopor de 50cm x 100cm  
Espessura 4cm ou 5cm



### Asa de 90cm (para servos pequenos)

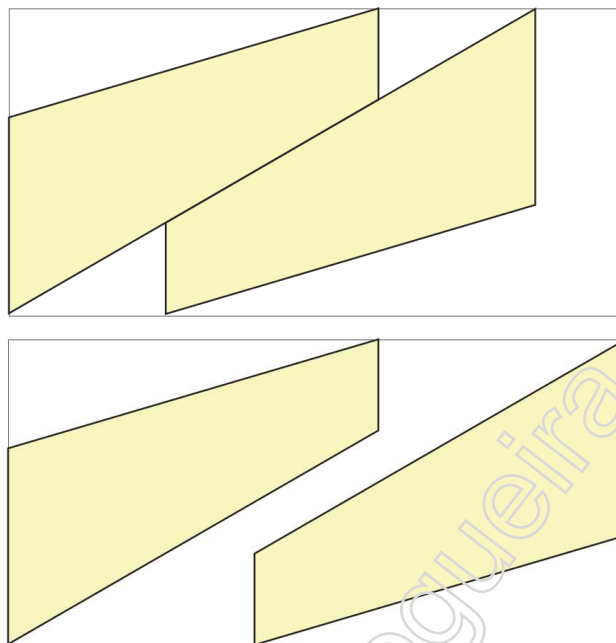


Chapa de isopor de 50cm x 100cm



## Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

Depois da primeira metade da asa desenhada basta inverter o esquema para fazer a outra metade.



Ronilson Nogueira

# Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

## Wash-out (torção na ponta da asa):

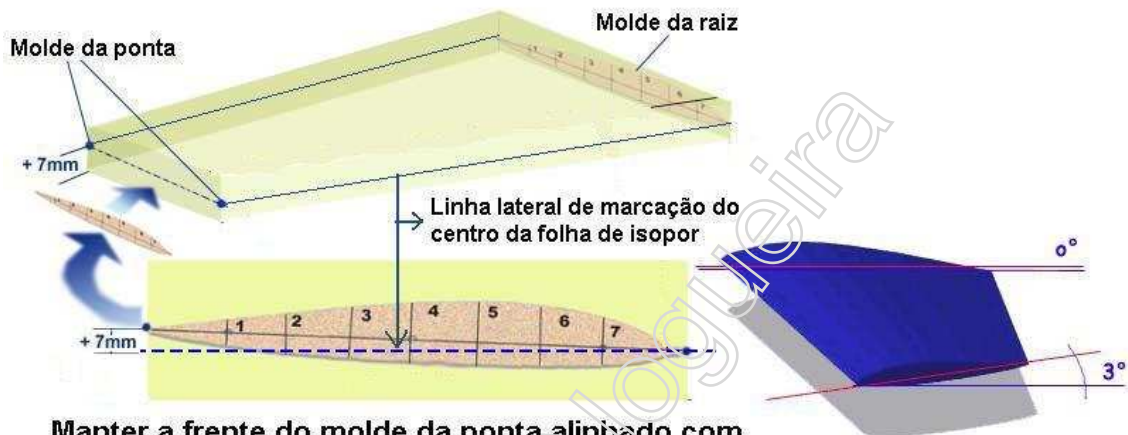
Essa torção na ponta da asa é necessária para evitar o “stall de ponta de asa”.

Como numa asa de isopor não dá pra se fazer essa torção depois da asa pronta como se faz numa asa feita de balsa, tem que se fazer esse efeito de torção na hora de cortar o isopor.

Trace com a caneta uma linha nas laterais do isopor (na espessura da chapa) dividindo no meio.

Ao alinhar os moldes dos perfis no isopor para o corte, deve-se levantar a traseira do molde da ponta da asa.

Veja o desenho abaixo:



**Manter a frente do molde da ponta alinhado com a linha lateral de marcação do centro da folha de isopor, e levantar a parte de trás em 7mm acima da linha, o que equivale a mais ou menos 3 graus de inclinação.**

## **Nota:**

No link abaixo você encontrará um guia com uma das técnicas (existem outras) de como cortar uma asa:

[www.e-voos.com/tutoriais/asa/](http://www.e-voos.com/tutoriais/asa/)

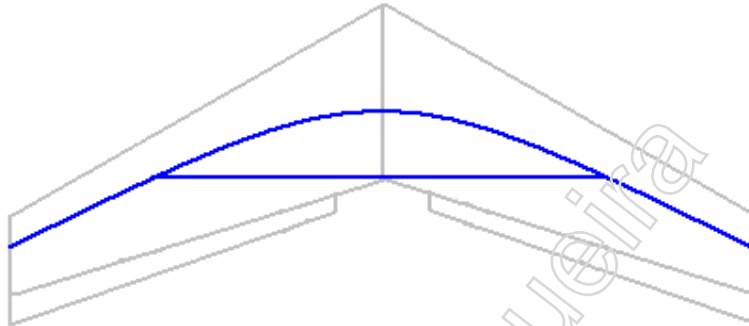
# Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

## Reforço e entelagem:

O reforço é feito com a instalação de longarinas e fita filamentosa.

As longarinas podem ser de fibra de vidro, fibra de carbono, balsa dura, ou até mesmo de bambu. As varetas de fibra de vidro (de 2mm de espessura) você pode encontrar em lojas que vendem gaiolas de pássaros (é usada para fazer as grades das gaiolas) ou em sites e lojas especializadas em aeromodelismo.

As longarinas devem ser coladas em cima e em baixo da asa, veja no desenho abaixo a posição em que elas devem ficar, lembrando que você deve tomar cuidado para não atrapalhar o local de instalação dos servos.



O uso da fita filamentosa ajuda a reforçar a asa, porém não é obrigatório.

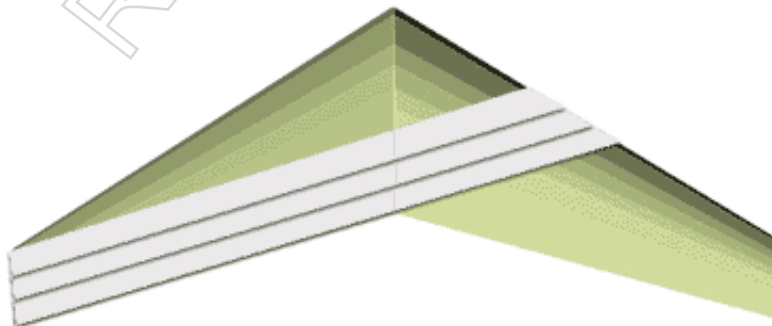
Antes de entelar, passe uma lixa fina no isopor (lixa d'água fina é boa).

Use a lixa com bastante cuidado para não deformar a asa, passe levemente, apenas o necessário para tirar aquele “brilho” do isopor e deixá-lo mais poroso, e também para corrigir pequenas imperfeições do corte, depois retire todo o pó com um pano úmido.

Na hora de entelar eu prefiro usar fita adesiva do que vinil, pois além de ser mais fácil de aplicar, ajuda na resistência da asa.

Muita gente usa cola de contato em spray para que a fita adesiva não descole. Eu particularmente nunca usei, meu macete é entelar primeiro com fita transparente normal e depois com as coloridas por cima.

Quando estiver passando as fitas, é importante usar uma espátula (um pedaço de régua serve) para deixá-las bem esticadas e presas ao isopor. Cuidado com as “bolhas de ar”.



**Colocar a fita adesiva cruzando-a no centro ajuda a fortalecer a asa.**



## Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

### Dobradicas:

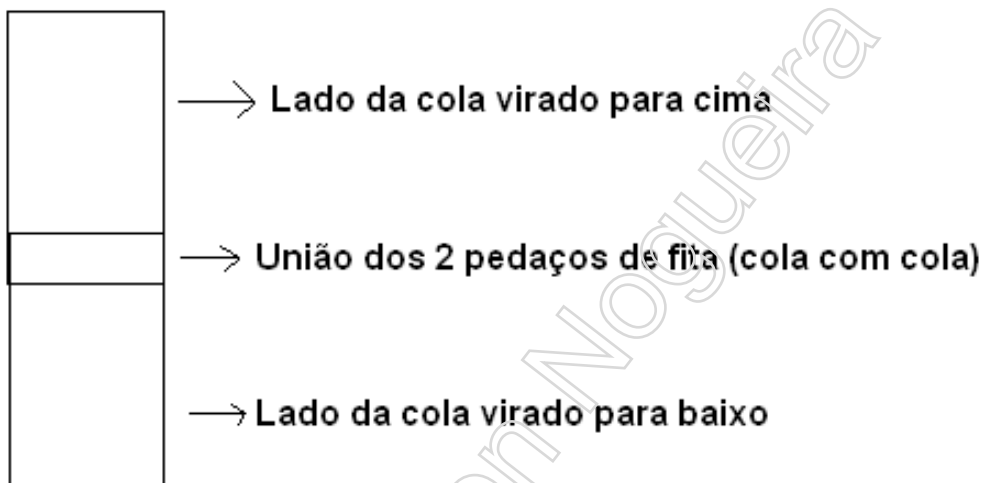
Essa técnica eu aprendi no site do Gustavo (o Gustabmo do E-vo), e se chama “Tension hinges”, dá um pouco mais de trabalho para instalar mas em compensação deixa os movimentos dos ailerons 100% livres diminuindo o esforço dos servos.

Tenha uma fita adesiva de boa qualidade (como aquelas transparentes da 3M).

Pegue dois pedaços de fita de uns 3cm de largura e cole a pontinha de uma contra a pontinha da outra (a interseção deve ter mais ou menos 5mm) de modo que o lado do adesivo de uma fique colado ao lado do adesivo da outra.

O resultado é uma fita que da metade pra frente tem cola de um lado e da metade pra trás tem cola do outro lado, e bem no meio não tem cola, que é justamente a parte que você colou um pedaço no outro.

Veja o exemplo abaixo:



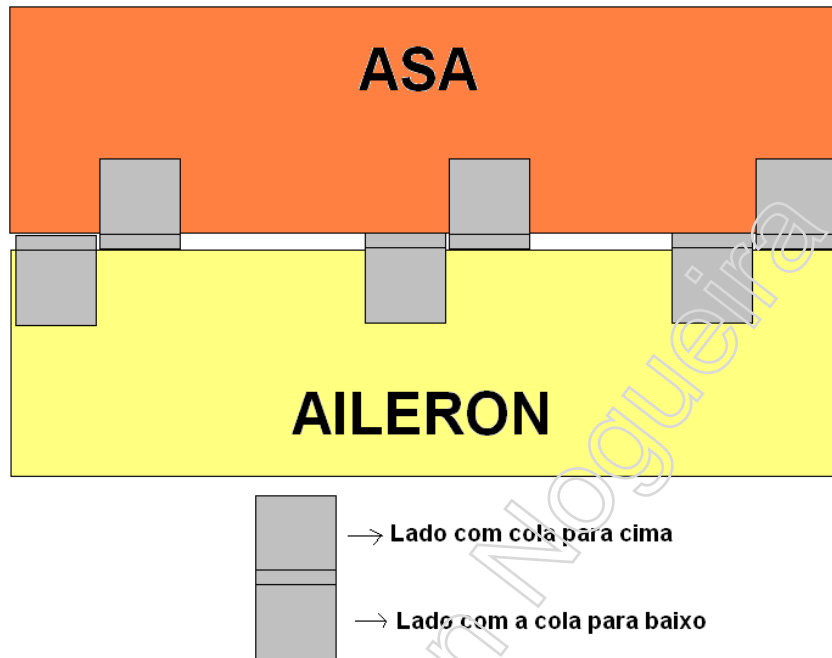
## Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

Para se fazer “uma” dobradiça você precisa de “duas” dessas tiras de fita.

Essa fita você cola uma metade na parte fixa (asa) e a outra metade na parte móvel (aileron).

A parte sem cola (que é a interseção onde as duas metades de fita estão coladas) ficará exatamente no meio, entre a parte fixa e parte móvel.

Daí cola outra tira de fita da mesma forma logo na frente da que você colou primeiro, só que em sentido contrário.

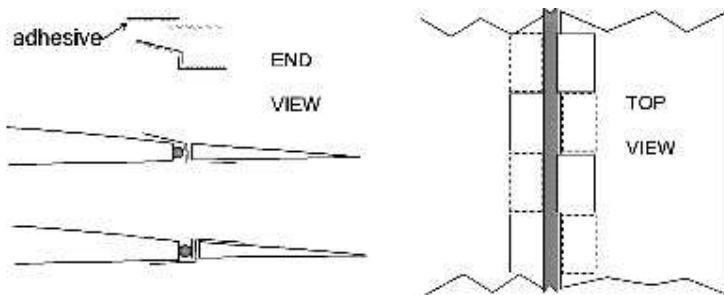


Sempre que for colar a segunda metade da fita, ponha as partes fixa e móvel bem unidas uma contra a outra e cole a fita bem esticada.

Planeje o espaçamento com antecedência e vá colando em sequência pois daí você pode passar a fita pela ponta do vão e deslizá-la até a posição desejada, fica muito mais fácil do que ter que enfiar uma fita com cola por um vão pequeno... (essa parte ficou mau explicada, mas se você se deparar com o problema vai entender o que eu quis dizer).

No caso dos ailerons da Zagi, 4 dobradiças bastam.

Com esse sistema de dobradiças você não precisa chanfrar a parte móvel para encontrar com a parte fixa, pode colar topo com topo que a dobradiça funciona direitinho e sem folga.



## Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

### Balaceamento da asa e acerto do CG:

O CG fica a 18cm medindo-se do bico da zagi para trás.

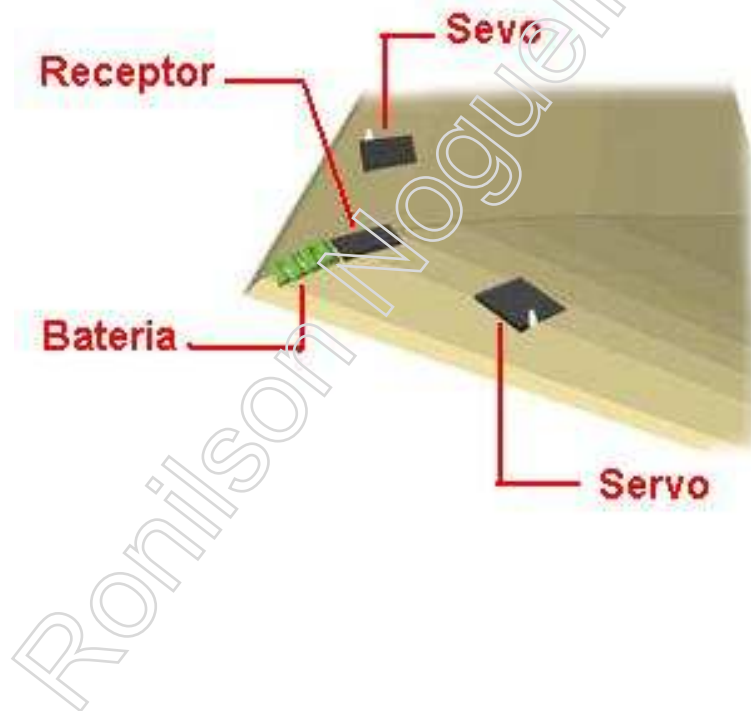
Já com os ailerons instalados, marque a posição do CG, e no local faça um traço horizontal com uma caneta na parte de baixo da asa, depois use fita adesiva para colar provisoriamente um tubo no local marcado.

Esse tubo pode ser qualquer coisa, um cano de PVC, uma caneta, vareta redonda, etc, o importante é que ele funcione como o eixo de uma gangorra, permitindo que o bico da asa suba ou desça ao deixá-la livre sobre a mesa.

Agora pegue toda a eletrônica (bateria, servos e receptor) e posicione-os em seus respectivos lugares em cima da asa, então vá movendo a bateria e o receptor (e caso seja preciso, também os servos) para frente ou pra trás até que o bico da asa que provavelmente estará levantado desça.

O ideal seria achar o ponto exato para deixar a “gangorra” equilibrada no meio, mas como isso é quase impossível, arraste a eletrônica para frente somente o mínimo necessário para fazer o bico da asa descer.

Depois use uma caneta para desenhar o contorno dos objetos da eletrônica já nos locais definitivos, e aí é só escavar o isopor e instalar tudo.



## Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

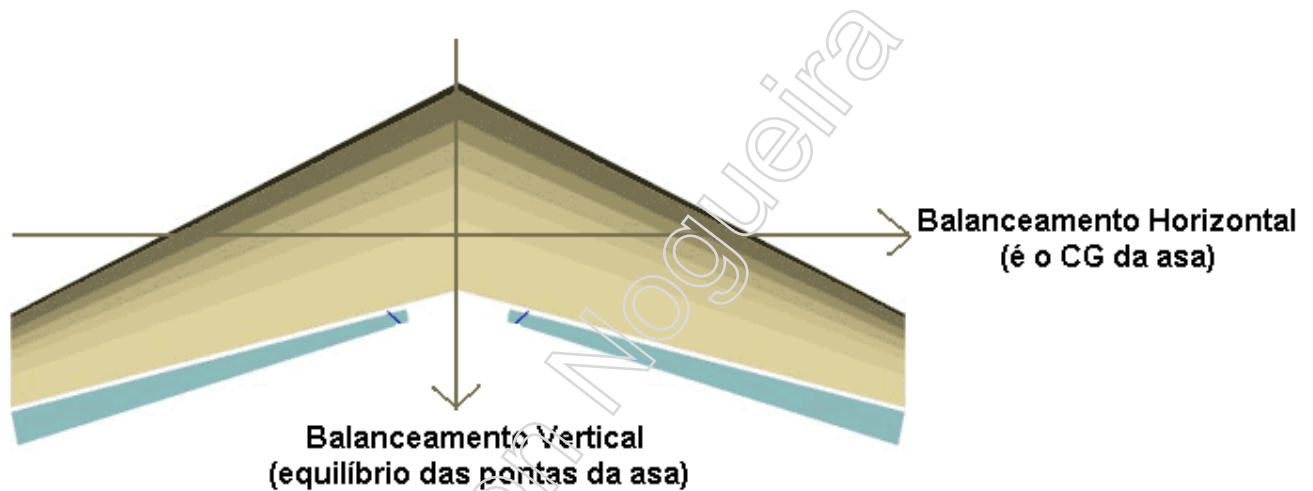
O **balanceamento vertical** é o que se ajusta o equilíbrio das pontas da asa (direita e esquerda), ou seja, não deixa que um lado da asa fique mais pesado que o outro.

Caso uma ponta da asa fique mais pesada, isso fará com que em vôo a asa fique com tendência a inclinar-se e virar para esse lado mais pesado.

Para se fazer o balanceamento vertical, após a asa pronta (com toda a eletrônica instalada e etc.) e com o CG já ajustado no lugar correto, faça um procedimento parecido com o que você fez para ajustar o CG, só que agora você deverá colocar o tubo de apoio no centro vertical da asa (que é a linha da união das duas metades da asa).

Então você solta a asa e observa se ela pende para a esquerda ou direita, e caso isso ocorra você vai adicionando bolinhas de chumbo bem na pontinha da asa do lado que se levantar, até encontrar o ponto de equilíbrio.

Depois é só escavar o isopor e acomodar o chumbo dentro da ponta da asa.



## Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

### Fórmula para cálculo do CG:

Caso você queira fazer uma asa menor ou maior que 1,20m obviamente não poderá usar a mesma regra do CG a 18cm do bico da Zagi.

Mas existe uma “fórmula” com a qual você consegue encontrar o local do CG em qualquer tamanho de asa enflechada (só é válido para asas enflechadas).

A fórmula consiste em se encontrar a corda média da asa e fixar o CG em 1/5 do seu comprimento.

Para isso coloque a asa no chão (ou numa mesa grande), meça e trace 4 linhas, duas do mesmo comprimento da corda raiz e duas do mesmo comprimento da corda da ponta.

No centro da asa (na emenda das duas metades) deverá sair duas linhas do mesmo comprimento da corda da ponta, sendo uma partindo do bico para cima e a outra do final do perfil para baixo.

Faça o mesmo na ponta da asa, só que lá as linhas deverão ser do mesmo comprimento da corda raiz.

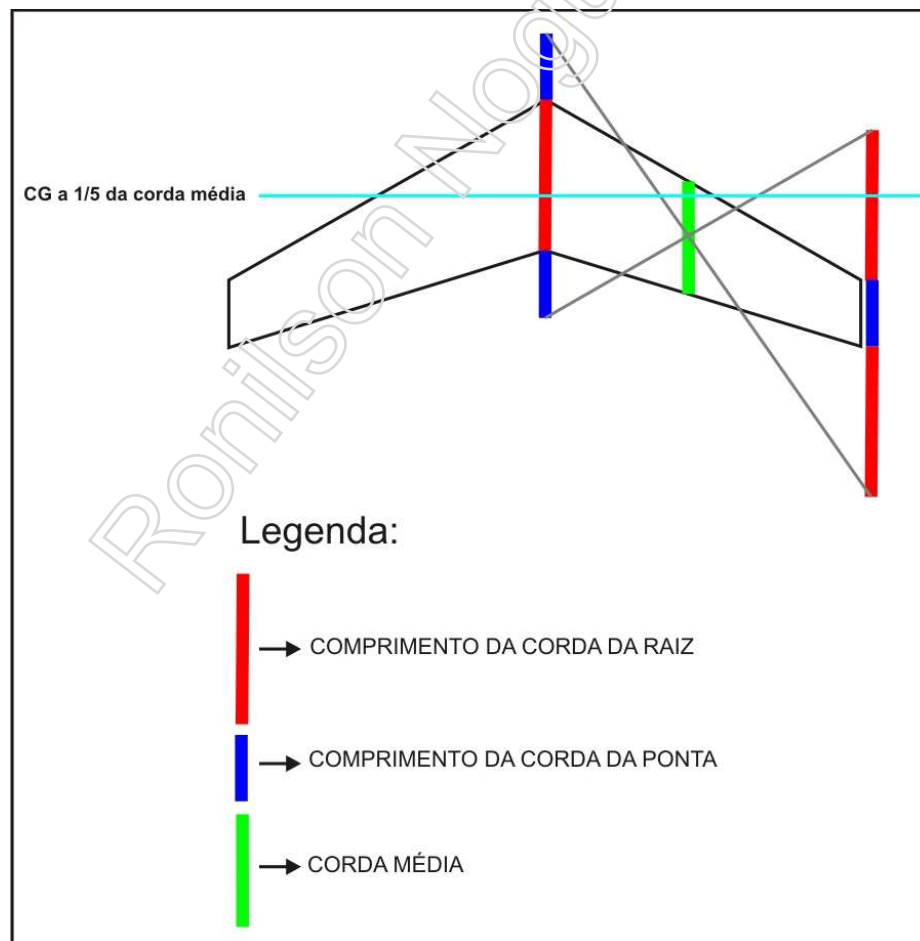
Agora com dois pedaços de barbante (ou linha de costura, de pesca, etc) faça um “X” ligando as extremidades.

No lugar onde os barbantes se cruzarem, lá será o local da corda média da asa.

Meça o comprimento da corda média e divida por 5.

O CG estará no “1º quinto” da corda média.

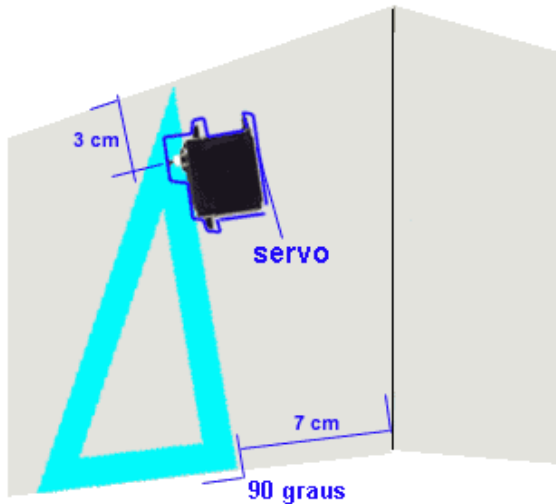
Veja neste desenho:



# Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

## Instalação dos servos:

Veja no desenho o jeito mais prático de alinhar a posição dos servos na asa.

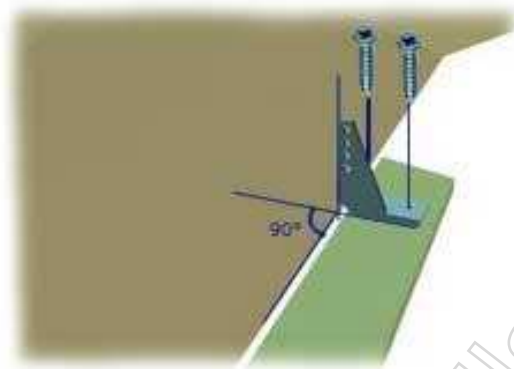


Como no desenho ao lado, coloque um esquadro com a base rente ao borde de fuga (sem aileron).

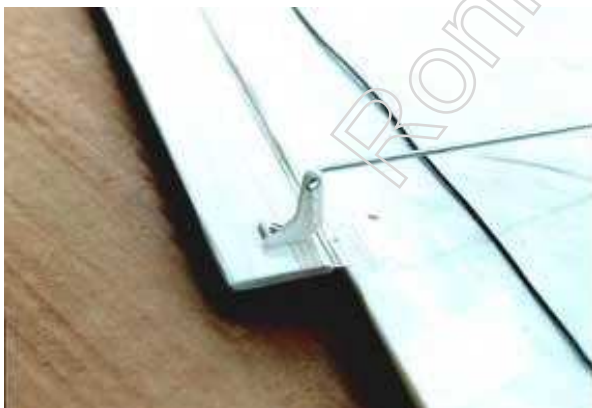
Então afaste-o 7cm da linha da emenda das metades da asa.

Agora dê um espaço de 3cm do borde de ataque, e coloque o servo alinhado com o esquadro e de modo que o braço do servo fique na marca dos 3cm do borde de ataque.

Isso garantirá o perfeito grau de inclinação para o alinhamento do arame de comando (linçagem) entre o braço do servo e o horn.



O horn fica reto com o borde de ataque (num ângulo de 90 graus), evitando assim que o arame fique torto, forçando o aileron para cima ou para baixo.



## **IMPORTANTE:**

Você deve ajustar os arames de modo que com os servos na posição neutra os ailerons fiquem levemente cabrados (mais ou menos uns 4 graus para cima).



## Manual básico para construção de ZAGIs (asas voadoras)

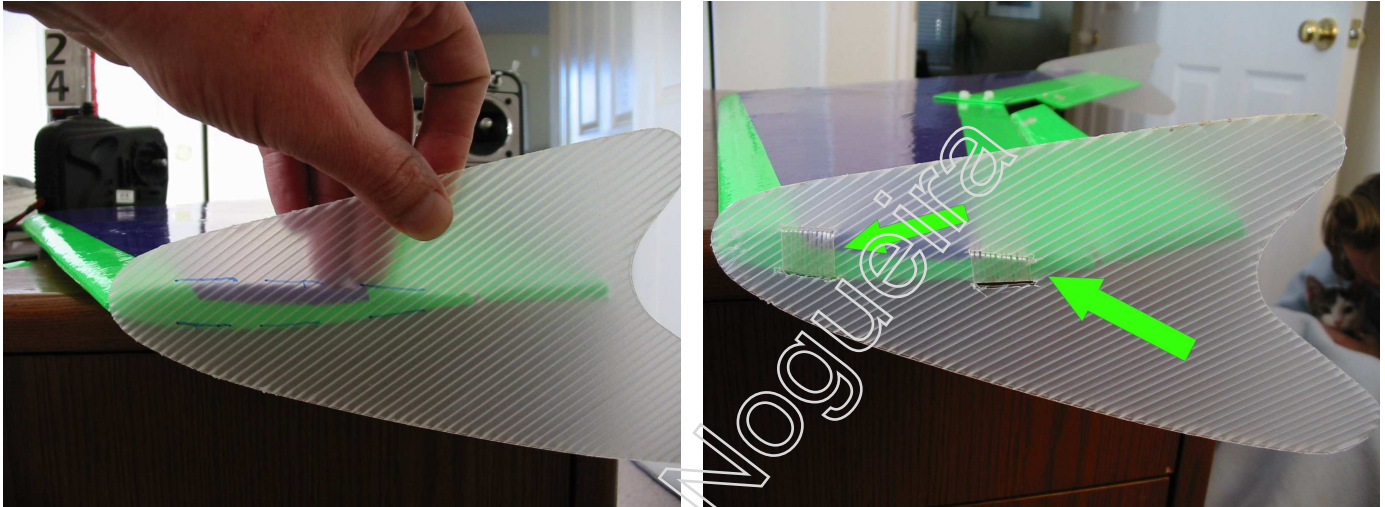
### Winglets:

Para finalizar a construção da Zagi, basta adicionar um par de winglets, eles tem a função de estabilizador vertical (leme).

Eles podem ser feitos de deprom ou plástico poliondas (aqueles das pastas) presos na asa com fita adesiva, sendo que feitos de poliondas ficam bem mais resistentes.

O formato não influi muito (triangular, quadrado, redondo, etc) o importante é que não seja nem muito grande nem muito pequeno.

Com 10cm de altura e 15cm de largura (acompanhado o perfil) já resolve.



Este manual contém imagens e informações obtidas nos sites:

[www.tzagi.altervista.org](http://www.tzagi.altervista.org)

[www.e-voo.com](http://www.e-voo.com)

[www.e-voo.com/forum](http://www.e-voo.com/forum)

[www.gustavo.exel.com.br/rc](http://www.gustavo.exel.com.br/rc)