

PESO E BALANCEAMENTO FINAL

O peso e Balanceamento final é com a aeronave já pronta, é simples, e se durante o projeto e no primeiro estudo de balanceamento, e durante as verificações de peso, tudo correu normalmente, não existirá problemas nenhum nesta verificação.

A verificação do posicionamento do CG, deve ser feita utilizando 3 balanças, uma em cada roda principal, e uma na triquilha. A aeronave para esta medição deve estar nivelada na condição de voo. ([Se desejar contratar o serviço de peso e balanceamento clique aqui para ver como.](#))

Você pode baixar um programa no link que segue para auxiliar no peso e balanceamento. http://www.aviacaoexperimental.pro.br/aero/montagens/aero/montagens/peso_e_balanceamento.htm

Peso e Balanceamento

Programa de Balanceamento

Por Eduardo Hilton - eduhilto@kbonet.com.br

Entre com o peso da Bequilha em kg

Entre com a distância da Datun até a Bequilha em mm

Entre com o peso da Roda direita em kg

Entre com a distância da Datun até a Roda dir. em mm

Entre com o peso da Roda esquerda em kg

Entre com a distância da Datun até a Roda esq. em mm

Posição do CG em relação a Datun em mm

Peso da aeronave em kg

Calcular

Convém que sejam determinadas as seguintes posições de CG:

CG com peso Vazio

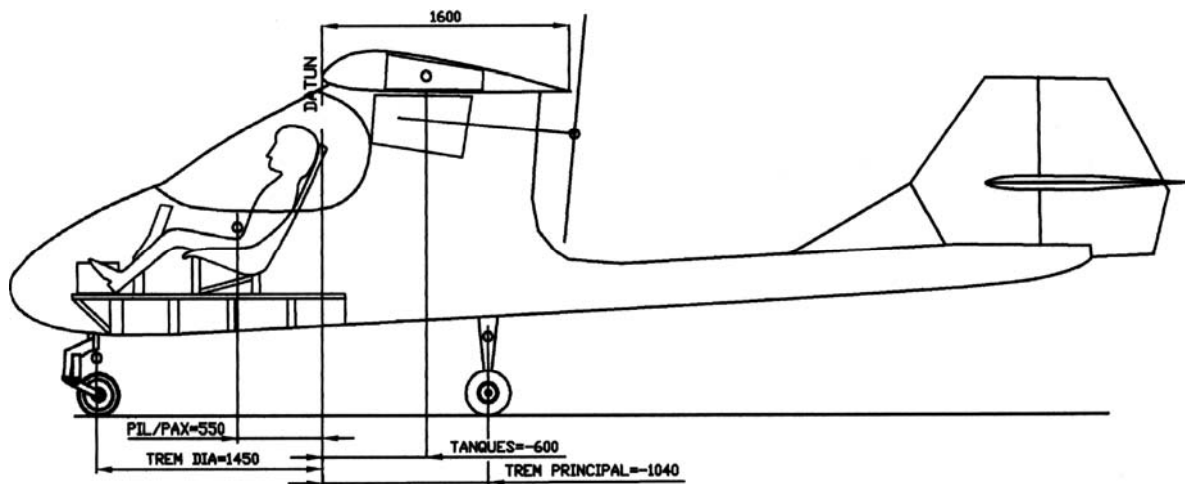
CG com carga máxima (piloto + pax + combustível máximo)

CG com carga mínima (Piloto + zero combustível)

CG com piloto + pax + zero combustível

CG com piloto + combustível máximo

Importante aqui, é verificar também se existe alguma limitação quanto ao menor peso possível do piloto, e também quanto ao maior peso possível do piloto e pax ao mesmo tempo. Muitas vezes um piloto muito leve, pode trazer o CG para fora do seu passeio. Isso vai depender muito da configuração da aeronave. Caso fosse prevista bagagem, esta deveria entrar no estudo. Veja o desenho que segue.



Supondo ser este o nivelamento da aeronave quando em vôo, se pode com o auxílio de 3 balanças fazer então o balanceamento.

Obs: Os valores que serão lidos na balança, foram levemente modificados, em relação ao que foi anteriormente calculado propositadamente, uma vez que é isso o que normalmente acontece, pois na prática em se tratando de avião experimental, não se considera tudo no cálculo teórico, como por exemplo, parafusos, cabos, etc.

Os pesos máximos porém foram mantidos.

Veja abaixo a primeira pesagem com a aeronave totalmente vazia:

AERONAVE VAZIA			
	Peso (Kgf)	Alavanca (mm)	Momento (Kgf x mm)
Roda dianteira	54.2	1450	78590
Roda traseira esq.	262.4	-1040	-272896
Roda traseira dir.	262.4	-1040	-272896
TOTAL	579	-806.91	-466836
CG em % da MAC		50.43	

Veja por esta tabela, que com o peso lido nas balanças, pode-se determinar a posição do CG vazio da aeronave, bastando para isso dividir o momento total pelo peso total da aeronave, para então obter o valor de -806.28 mm, que é a posição do CG, ou seja 50.43 % da MAC.

Pode-se então colocar apenas o piloto na aeronave e obter o CG da aeronave para:

Piloto + zero combustível

Considerando o Piloto com 90 Kg, pois quanto mais leve pior para o CG, neste caso.

AERONAVE VAZIA + PILOTO + ZERO COMBUSTÍVEL			
	Peso (Kgf)	Alavanca (mm)	Momento (Kgf x mm)
Roda dianteira	111.6	1450	161921
Roda traseira esq.	288.7	-1040	-300211
Roda traseira dir.	268.7	-1040	-279411
TOTAL	669	-624.37	-417702
CG em % da MAC		39.02	

Repare que a balança que está na roda traseira esquerda acusou um peso maior que a da direita, tendo em vista que este é o lado que está sentado o piloto.

Nesta situação o CG está bastante para traz, e só se deve voar nesta condição, após realizados testes de vôo, em que fica demonstrado que esta posição é perfeitamente segura. (O piloto de testes que irá testar as diversas posições da faixa do CG deve usar paraquedas, e a aeronave dispor de com algum sistema que a ajude a sair de uma situação adversa.), como por exemplo um pára-quedas de cauda ou um balístico.

Veja agora uma outra pesagem, adicionando o passageiro (pax).

O pax também com 90g.

AERONAVE VAZIA + PILOTO + PAX + ZERO COMBUSTÍVEL			
	Peso (Kgf)	Alavanca (mm)	Momento (Kgf x mm)
Roda dianteira	169.2	1450	245252
Roda traseira esq.	294.9	-1040	-306727
Roda traseira dir.	294.9	-1040	-306727
TOTAL	759	-485.11	-368202
CG em % da MAC		30.32	

Observe que o CG ficou em uma posição bastante confortável, ou seja, próximo dos 30% da MAC, que se traduz por uma posição segura.

Veja agora, a mesma situação mas com o tanque cheio, ou seja pesando 55 Kg a mais, o que significa 78 litros de combustível (Litros = peso / 0.7).

AERONAVE VAZIA + PILOTO + PAX + COMBUSTÍVEL MÁXIMO			
	Peso (Kgf)	Alavanca (mm)	Momento (Kgf x mm)
Roda dianteira	202.0	1450	292782
Roda traseira esq.	306.0	-1040	-318282
Roda traseira dir.	306.0	-1040	-318282
TOTAL	814	-422.34	-343782
CG em % da MAC		26.39	

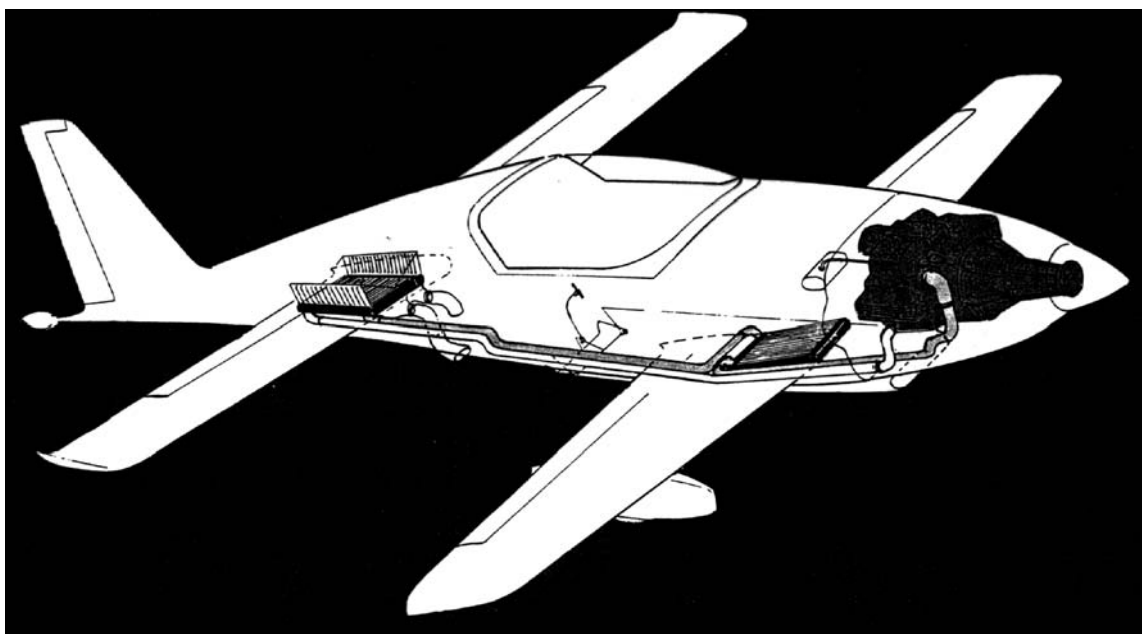
Aqui novamente a posição do CG foi favorável, ficando este a 26.39 % da MAC.

AERONAVE VAZIA + PILOTO + COMBUSTÍVEL MÁXIMO			
	Peso (Kgf)	Alavanca (mm)	Momento (Kgf x mm)
Roda dianteira	134.6	1450	195230
Roda traseira esq.	304.7	-1040	-316866
Roda traseira dir.	284.6	-1040	-296066
TOTAL	724	-576.93	-417702
CG em % da MAC		36.05	

O CG nesta condição de vôo, perde apenas para a situação de sem combustível.

O estudo do CG quando bem feito, pode propiciar um bom alívio de peso, bem como, uma aeronave bem distribuída, e com pouca necessidade de passeio do CG, o que se traduz em menos trimagem (ajustes nas superfícies móveis secundárias), e como consequência, menor consumo de combustível, maior velocidade máxima, vôo menos trabalhoso, etc.

O cálculo do CG convém que seja feito logo após o estudo inicial dos cálculos aerodinâmico, esta forma algumas cargas já poderiam ser reduzidas, e como consequência direta, uma redução no peso vazio da aeronave.



Eduardo Hilton
Tel: 011 4354 0347

Cel: 011 9602 7069

E-mail: eduhilto@kbonet.com.br

FAZER O PESO E BALANCEAMENTO

É imprescindível fazer o Peso e Balanceamento para identificar a posição do CG (Centro de Gravidade) de qualquer aeronave antes de seu primeiro vôo.

Saber a posição do CG da aeronave é muito importante não apenas para permitir o vôo seguro desta, mas para poder definir qual a carga máxima que esta estará levando e a posição que ficará o CG. Dependendo desta posição, poderá haver por exemplo, uma maior dificuldade de pousar a mesma, muitas vezes podendo danificar um trem de pouso se o CG estiver muito traseiro, já que a aeronave pode ficar muito sensível.

Normalmente é checado o peso da aeronave vazia, só com o piloto, com o piloto e mais combustível, com passageiro e tanque vazio, com passageiro e tanque cheio, com e sem bagagem, etc. Ou seja, é durante o peso e balanceamento é que se simula todos os tipos de carregamento possível na aeronave, podendo definir assim a melhor condição de vôo. Várias aeronaves, como o Bonanza por exemplo, se tiver que decolar com todos os assentos ocupados, não pode levar os tanques cheios. Isso no peso e balanceamento é verificado.

Para quem desejar, disponibilizo este serviço, por R\$ 700,00, (para aeronaves até 750 kg, acima disso sob consulta) mais um custo de deslocamento de R\$1,20 por quilômetro distante de São Paulo (só ida). Para isso levo o conjunto de balanças para fazer a pesagem e mais equipamentos que se fizerem necessário. Posteriormente é entregue um laudo do Peso e Balanceamento realizado constando os valores encontrados e as recomendações cabíveis.

Neste Link você pode saber mais sobre peso e Balanceamento e baixar um programa que o ajudará no Peso e Balanceamento.

[=> PESO E BALANCEAMENTO](#)

Seguem abaixo algumas fotos de Peso e Balanceamento realizados e ao final um exemplo do laudo emitido.





TESTE E BALANÇAMENTO AERONAVE BRIZZY



O teste e balançamento foram efetuados nos dias 05/06/2010 e 06/06/2010 no túnel de vento de grande escala (CG) da Companhia de Desenvolvimento dos Veículos Aeronáuticos (CDA) da Força Aérea Brasileira (FAB). O teste foi realizado com o objetivo de determinar o centro de gravidade (CG) da aeronave em função da distribuição de massa e verificar a estabilidade estática longitudinal e lateral. Para isso foram utilizados os seguintes procedimentos:

1. Medição da massa total da aeronave em condições de voo (com combustível e tripulação).

2. Medição da massa total da aeronave em condições de solo (sem combustível e tripulação).

3. Medição da massa total da aeronave em condições de solo (com combustível e tripulação).

4. Medição da massa total da aeronave em condições de solo (sem combustível e tripulação).

5. Medição da massa total da aeronave em condições de solo (com combustível e tripulação).

6. Medição da massa total da aeronave em condições de solo (sem combustível e tripulação).

7. Medição da massa total da aeronave em condições de solo (com combustível e tripulação).

8. Medição da massa total da aeronave em condições de solo (sem combustível e tripulação).

9. Medição da massa total da aeronave em condições de solo (com combustível e tripulação).

10. Medição da massa total da aeronave em condições de solo (sem combustível e tripulação).

As tabelas que seguem, mostram o balançamento realizado já com as alterações para o teste.

Após as tabelas apresentadas e grafos de momento aerodinâmico, segue-se a demonstração e interpretação dos resultados de balanço aerodinâmico, em função do momento e da distribuição de massa da aeronave, e a verificação da estabilidade estática longitudinal e lateral.

Item	Descrição	Massa (kg)	Distância do CG (m)	Momento (kg.m)
1	Motor	100	0,5	50
2	Carroceria	200	1,0	200
3	Asas	150	2,0	300
4	Caixa de comando	80	1,5	120
5	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
6	Caixa de baterias	120	0,5	60
7	Caixa de combustível	100	1,0	100
8	Caixa de água	50	1,0	50
9	Caixa de óleo	50	1,0	50
10	Caixa de ferramentas	50	1,0	50
11	Caixa de acessórios	50	1,0	50
12	Caixa de materiais	50	1,0	50
13	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
14	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
15	Caixa de acessórios	50	1,0	50
16	Caixa de materiais	50	1,0	50
17	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
18	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
19	Caixa de acessórios	50	1,0	50
20	Caixa de materiais	50	1,0	50
21	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
22	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
23	Caixa de acessórios	50	1,0	50
24	Caixa de materiais	50	1,0	50
25	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
26	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
27	Caixa de acessórios	50	1,0	50
28	Caixa de materiais	50	1,0	50
29	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
30	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
31	Caixa de acessórios	50	1,0	50
32	Caixa de materiais	50	1,0	50
33	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
34	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
35	Caixa de acessórios	50	1,0	50
36	Caixa de materiais	50	1,0	50
37	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
38	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
39	Caixa de acessórios	50	1,0	50
40	Caixa de materiais	50	1,0	50
41	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
42	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
43	Caixa de acessórios	50	1,0	50
44	Caixa de materiais	50	1,0	50
45	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
46	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
47	Caixa de acessórios	50	1,0	50
48	Caixa de materiais	50	1,0	50
49	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
50	Caixa de instrumentos	50	1,0	50

Item	Descrição	Massa (kg)	Distância do CG (m)	Momento (kg.m)
1	Motor	100	0,5	50
2	Carroceria	200	1,0	200
3	Asas	150	2,0	300
4	Caixa de comando	80	1,5	120
5	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
6	Caixa de baterias	120	0,5	60
7	Caixa de combustível	100	1,0	100
8	Caixa de água	50	1,0	50
9	Caixa de óleo	50	1,0	50
10	Caixa de ferramentas	50	1,0	50
11	Caixa de acessórios	50	1,0	50
12	Caixa de materiais	50	1,0	50
13	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
14	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
15	Caixa de acessórios	50	1,0	50
16	Caixa de materiais	50	1,0	50
17	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
18	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
19	Caixa de acessórios	50	1,0	50
20	Caixa de materiais	50	1,0	50
21	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
22	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
23	Caixa de acessórios	50	1,0	50
24	Caixa de materiais	50	1,0	50
25	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
26	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
27	Caixa de acessórios	50	1,0	50
28	Caixa de materiais	50	1,0	50
29	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
30	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
31	Caixa de acessórios	50	1,0	50
32	Caixa de materiais	50	1,0	50
33	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
34	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
35	Caixa de acessórios	50	1,0	50
36	Caixa de materiais	50	1,0	50
37	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
38	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
39	Caixa de acessórios	50	1,0	50
40	Caixa de materiais	50	1,0	50
41	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
42	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
43	Caixa de acessórios	50	1,0	50
44	Caixa de materiais	50	1,0	50
45	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
46	Caixa de instrumentos	50	1,0	50
47	Caixa de acessórios	50	1,0	50
48	Caixa de materiais	50	1,0	50
49	Caixa de equipamentos	50	1,0	50
50	Caixa de instrumentos	50	1,0	50

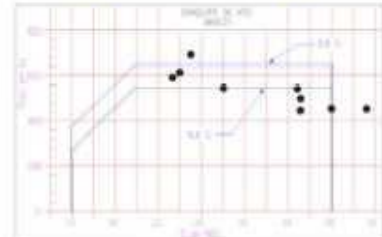


Fig. 001 - Balanço - BRIZZY

Eduardo Hilton

Tel: 011 4354 0347

Cel: 011 9602 7069

E-mail: eduhilto@kbnet.com.br