

## **BALANCEAMENTO DE MOTOR**

Um dos elementos de um funcionamento liso e duradouro de um motor é o balanceamento de seu conjunto rotativo. Quando um virabrequim não possui balanceamento, o peso deslocado do mesmo pode gerar força centrípeta a qual faz o motor vibrar conforme a rotação do motor sobe.

A força centrípeta (centrífuga) tenta “empurrar” a parte desbalanceada do virabrequim para fora. Isto acarreta vibrações que pode ser sentida em um motor em funcionamento.



Ao lado, temos um virabrequim novo sem balanceamento, nota-se a ausência de furos nos contrapesos.

Quanto maior o desbalanceamento, e mais distante do centro do virabrequim, mais o motor irá vibrar e maior será o desgaste das bronzinas de mancal e do próprio virabrequim. Em longo prazo, isso acarretaria fadiga no material do virabrequim, podendo ocasionar trincas e até quebra do virabrequim.

Mesmo motores movidos a diesel, que dificilmente passam de 4500rpm, necessitam de balanceamento tanto quanto um motor a gasolina comum. Isto porque os contrapesos de um motor a diesel são geralmente muito maiores e mais pesados, e forçam as bronzinas do mesmo modo.

Quando um motor é montado, seja para rua, seja para pista, é necessário um perfeito balanceamento para que o motor funcione suave, com durabilidade e máximo desempenho.

O balanceamento com 4 gramas de tolerância é o mais tradicional para motores com pouca preparação, e com 2 gramas ou menos, os motores de performance. Atualmente, é mais comum o balanceamento ficar nos décimos de grama, mas depende lógico, da aplicação do motor.



Por um lado, pode-se pensar que uma grama não é muito. Mas quando se trata de 6000RPM, isto pode significar perda de potência e desgaste prematuro.

Na realidade, 3 gramas é o mais próximo para um Chevrolet big block que não ultrapassa 5500 rpm, mas 2 gramas ou mesmo 1 grama pode não ser o suficiente para um small block de pista. Em virtude disso, a maioria dos preparadores procuram um balanceamento de menos de 1 grama para garantir a satisfação de seus clientes.

A tolerância final irá depender do peso de reciprocidade e do conjunto rotativo, quão longe está da ligação da rotação do virabrequim há o desbalanceamento residual e sua exata localização, bem como a faixa de giro do motor.

Uma pequena quantidade de desbalanceamento no contrapeso ou no volante do motor pode causar tanta força quanto se estivesse próximo ao centro do virabrequim ou volante. Portanto, é importante saber não apenas quanto de peso está balanceado, mas a localização do desbalanceamento.

### **Porque o balanceamento é uma questão importante**

A maioria dos preparadores atuais estão preparando seus motores com peças novas que nunca rodaram em um motor antes. As únicas partes reutilizadas são o bloco e talvez o cabeçote, que muitas vezes são preteridos pelos de alumínio.

Muitos motores são montados com virabrequim novo, novas bielas e novos pistões. Dependendo de onde as peças foram fornecidas, os pesos das bielas e dos pistões são bem equalizados. Temos como exemplo pistões JE, ROSS e Wiseco que são bem precisos, tendo diferença de no máximo 1 grama, mas por outro lado, Sealed Power, Keith Black não possuem tanta precisão, e necessitam de um pequeno trabalho para equilibrar o peso. Geralmente esta diferença é de 3 a 4 gramas no máximo por pistão.

Os pesos das peças como bielas, pistões, anéis devem ser balanceadas com o contrapeso do virabrequim. Geralmente, peças novas como bielas, pistões e anéis são mais leves que as peças



substituídas. Portanto, se o virabrequim é reutilizado, os contrapesos deverão ser trabalhados para equilibrar esse peso.

Se o motor está sendo montado com um virabrequim de curso, o balanceamento é extremamente necessário. Alguns fabricantes publicam um encarte junto ao virabrequim, o qual dá coordenadas para o balanceamento, para que os preparadores saibam quanto de trabalho será necessário para as peças já estipuladas. Outros, simplesmente fornecem o virabrequim e o próprio preparador é quem deve fazer esta medição.

É comum ver virabrequim de curso que está desbalanceado em 200 ou 300 gramas. Isto representa muita massa nos contrapesos que deve ser removida para balancear o virabrequim. A razão disso é que são virabrequins forjados com mais carga nos contra-pesos, para então, quando do balanceamento, não ser necessário inserir “metal pesado” ao virabrequim (tungstênio) para chegar a um balanceamento correto. Fazer buracos no virabrequim é mais barato e fácil que preencher os furos.

Uma polegada de furo no contra-peso representa 100 gramas de metal. Portanto, balancear um virabrequim de curso com 300 gramas necessitará de 3 ou 4 furos nos contra-pesos para fazer um balanceamento correto.



Ao lado, vemos um virabrequim após o balanceamento dinâmico. Nota-se a presença de vários furos na superfície do contrapeso.

Se um motor é montado com virabrequim “lightweight”, por outro lado, menos material precisa ser trabalhado para chegar a um balanceamento. Às vezes, metal pesado deve ser adicionado nesse tipo de virabrequim para se chegar a um balanceamento.



Metal pesado também é necessário quando um virabrequim de balanceamento externo é convertido para balanceamento interno. No balanceamento externo, o virabrequim é balanceado com a polia damper e o volante do motor ou flexplate montados. Isto providencia bastante área de material para retrabalho, caso haja necessidade de fazer furos para o balanceamento.

Em virabrequins de balanceamento interno, o polia damper e o volante do motor/flexplate, que devem ser balanceado separadamente. Conseqüentemente, o virabrequim sempre estará muito leve e poderá ser necessário metal pesado para o seu balanceamento.

A grande diferença entre virabrequim interno e externo se dá no balanceamento original do virabrequim. O externo não possui contrapeso nas pontas, sendo necessário portanto contrapeso na polia damper ou no volante do motor. Os motores Chevrolet small block (exceto 400) são todos de balanceamento interno, enquanto os Ford 289 e 302 comuns aqui no Brasil, possuem balanceamento externo.

Abaixo e à esquerda, vemos um volante do motor para virabrequim com balanceamento interno. Nota-se que não existe contrapeso, apenas furos de balanceamento. E à direita, um volante do motor para balanceamento externo, onde visivelmente, há um contrapeso.



E continuando, na gravura seguinte, as polias damper, à esquerda, o balanceamento interno e à direita, balanceamento externo.



Nota-se que a polia da direita não é igual em toda a sua área como no caso da polia da esquerda.

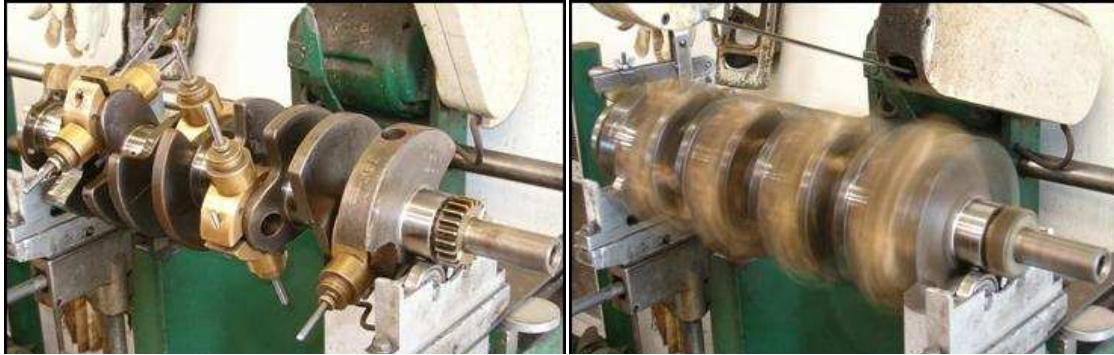


Sempre deve-se observar, quando se desmonta um motor, qual o seu tipo de balanceamento. Marcar a posição do volante do motor é extremamente necessário, pois assim, não há risco de, na hora da montagem, perder o balanceamento em virtude de equivocar-se na posição do volante. Também é importante salientar que ao trocar simplesmente o volante ou a polia damper, perde-se o balanceamento, no caso de polia de balanceamento externo. Em balanceamento interno, não existe este risco.

### **Bobweights**

Todo balanceamento exige o uso de “bobweights” para simular os efeitos da rotação e dos pesos de biela, pistões e anéis. O bobweight deve geralmente equalizar metade do peso de reciprocidade somado ao peso rotativo. Ou seja, deve simular o peso do conjunto pistão, biela e anéis para equilibrar com o peso do contrapeso do virabrequim.

Nas figuras a seguir, temos o conjunto de bobweight já acoplado ao virabrequim, e na seqüência, o virabrequim rotacionando para a aferição de balanceamento.



O peso rotativo é o peso do colo maior da biela, com parafusos e bronzinas, somando em torno de 4 gramas de óleo que existiria em teoria entre as bronzinas e o colo do mancal enquanto o motor está funcionando.

O peso recíproco é o peso do colo menor da biela, com pistão, pinos, travas (se usadas) e anéis, somando 4 a 5 gramas de óleo que estariam neste conjunto no caso do motor em funcionamento.



Existe também, métodos diversos de encontrar o peso rotativo e recíproco. Conforme a figura à esquerda, temos o cálculo geométrico.



O segundo método, e mais utilizado, é medido conforme o seu centro de gravidade, conforme figura ao lado:



O peso é medido através de uma balança de precisão como a da figura abaixo:



A pesagem ao lado, foi realizada pelo método de centro gravitacional.

Existe ainda, o fator do balanceamento. O mais utilizado em motores V8 é o com fator 50%, indicado inclusive pela Eagle. Este fator 50% é utilizado para o cálculo do peso de reciprocidade. Ele se dá em virtude da geometria do motor. Um motor com V de 90° de ângulo de abertura utiliza 50%. Um motor V6 com um “V” mais aberto ou fechado, utiliza um fator diferente, que deve ser fornecido pela empresa que desenvolve o equipamento de balanceamento.

Alguns preparadores utilizam balanceamento com fator de 48% a 52%, chamando isso de “underbalancing” ou “overbalancing”. Isto é feito para compensar os efeitos de dinâmica em rotações extremas, seja de alta, seja de baixa rotação. Na realidade, esta variação é bastante discutida, não sendo uma unanimidade entre os preparadores. A fabricante Eagle utiliza o fator 50% em virtude de ser o mais prático e ser aceito por motores de rua, bem como de pista sem haver quaisquer problemas.

Este fator funciona da seguinte forma: Supondo uma biela de 500 gramas. Calculando a partir do cálculo de centro de gravidade. Digamos que a área vermelha represente 46.6% do peso total da biela, ou 233 gramas. A área azul representa 53.4%, ou 267 gramas. O bobweight para utilizado teria o seguinte cálculo com base fator 50%:  $(233 \times 50\%) + 267 = 383.5$  gramas.

O Bobweight é necessário em cada colo de mancal quando se balanceia motores V6, V8, V10, bem como de 1,2,3 e 5 cilindros. Não é necessário em motores em linha de 4 e 6 cilindros, ou motores de cilindros opostos como motores de Fusca. Nestas aplicações, o movimento dos pistões opostos cancelam a força um do outro. Faz-se interessante apenas o equilíbrio dos pesos para deixar o conjunto, o mais leve possível.



Alguns preparadores descobriram que balancear o motor com 1% a 4% a menos de peso nos bobweights produz mais potência e menos vibração em certa faixa de rotação. Na realidade é questão de tentativa e acerto, sem ser de fato, uma matemática exata para suceder o peso que melhor trabalha no motor.

Seja o método utilizado para o balanceamento, seja retirando material do virabrequim, seja adicionando, o grau de perfeição é um fator crítico e fará a diferença no balanço final, de quanta potência ou torque e ainda durabilidade se ganha com o balanceamento, ou se perde sem ele.