

# COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA ENTRE PISTÕES GENUÍNOS E PARALELOS DE MOTOCICLETAS

*Júlio César Arruda<sup>1</sup>*

*Edson Roberto da Silva<sup>2</sup>*

## RESUMO

Hoje em dia existem várias marcas de peças de reposição. No mercado de moto peças não é diferente, existem as peças genuínas e as paralelas. O objetivo deste trabalho é mostrar qual a viabilidade em usar um pistão genuíno ou o paralelo e quais mudanças ocorrem depois de seu uso. Entre as peças analisadas estão dois pistões genuínos Honda, um novo e um usado, dois pistões da marca Kmp, um novo e um usado e dois pistões da marca Nikki, um novo e um usado, e ambos os pistões de uma moto Titan 150cc Honda motor OHV. Com o auxílio de um durômetro Rockwell, foram feitos testes de dureza em cada pistão, no qual o pistão genuíno teve menor dureza que os paralelos e perdeu mais dureza que os paralelos depois de usado. A perda de dureza dos pistões após o fim de sua vida útil pode estar relacionada ao processo de recristalização dos materiais de alumínio e a composição da liga. Dentro das condições testadas, o pistão da marca Kmp apresentou o melhor custo benefício entre as marcas estudadas.

Palavras-chave: Ensaio de dureza. Viabilidade. Análise estatística. Temperatura de trabalho.

---

<sup>1</sup> Graduando de Engenharia Mecânica pela Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Mecânica.

<sup>2</sup> Orientador, Professor Mestre da Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Mecânica.

# 1 INTRODUÇÃO

Pistões são partes dos motores, podendo ser de dois tempos ou quatro tempos. Os pistões absorvem energia gerada pela expansão dos gases, energia esta gerada pela queima do combustível, energia térmica que é transformada em energia mecânica.

De acordo com Tillmann (2013), os primeiros motores de combustão interna, aproveitamento da energia de expansão dos gases, se deu por volta do século XVII pelo então físico holandês Christian Huygens, um motor que funcionava pela explosão da pólvora.

Os pistões são de fundamental importância para o funcionamento destes motores, são responsáveis pela absorção da energia e transferência de energia para a biela, onde chega ao virabrequim. O material constituinte dos pistões são ligas de alumínio silício. A composição desta liga e o processo de fabricação do pistão estão diretamente ligados à durabilidade e eficiência de trabalho dos pistões, no qual quanto maior sua resistência maior seu tempo de vida.

Ao longo do tempo se observa que os pistões genuínos têm uma vida útil maior que os paralelos. Nas oficinas mecânicas pode ser observado que os pistões genuínos apresentam menor desgaste nas partes de contato com a camisa do cilindro e nos canais dos anéis, sendo as partes de maior solicitação dos pistões. Já os pistões paralelos, apresentam grande desgaste na área de contato com a camisa do cilindro e folga nos canais de anéis e muitos quebram a divisória dos anéis, diminuindo consideravelmente a vida destas peças em relação às genuínas. O desgaste tem como consequência, o aumento da folga de contato com a camisa causando vibrações, que pode ser observado com o alto grau de ruídos gerado, levando a quebra do pistão. O desgaste dos canais dos anéis permite passagem de óleo para a câmara de combustão e perda de pressão causando o mau funcionamento do motor.

Atualmente, existem diversas marcas de peças de reposição, não sendo diferente no caso dos pistões. Dentre estas marcas existem as genuínas e as paralelas, o que motivou o desenvolvimento deste trabalho com o objetivo de analisar as propriedades, mecânicas dos pistões genuínos e paralelos, comparando-as para justificar a grande diferença de vida útil observadas nas oficinas de motocicletas.

O presente trabalho tem como objetivo comparar a viabilidade em usar pistões genuínos e paralelos, e apresentar as mudanças ocorridas após o tempo de vida dos pistões.

Identificar qual oferece maior viabilidade no quesito custo benefício quando utilizado em um motor de motocicleta. Para isto, pistões novos e usados foram utilizados, dois genuínos e quatro paralelos, foram submetidos a ensaios mecânicos e estatísticos. Os resultados serviram de comparação para as conclusões do estudo.

## 1.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROCESSO DE ELABORAÇÃO DOS PISTÕES

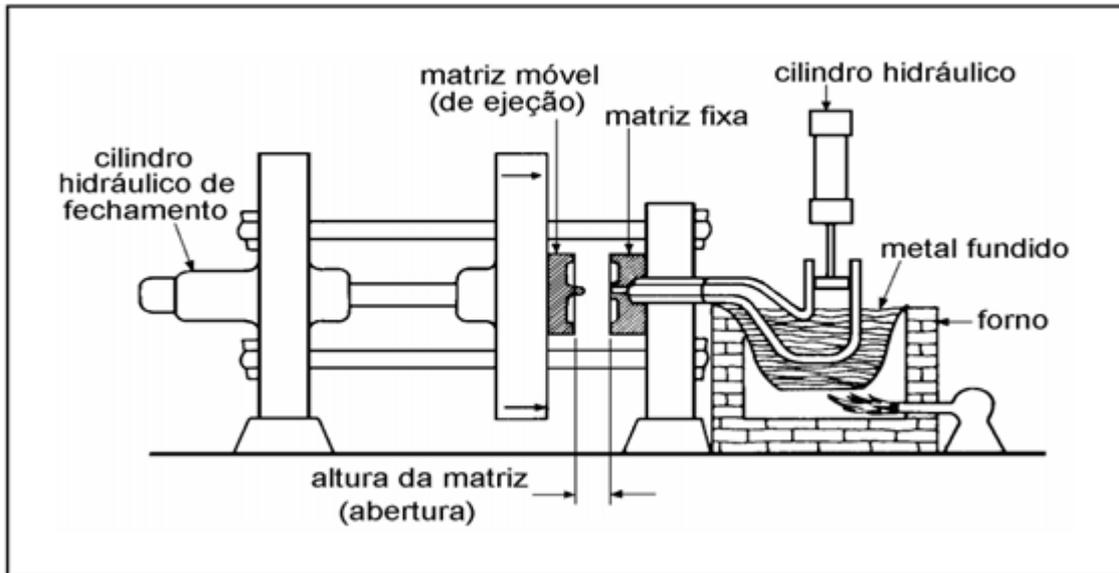
De acordo com Tillmann (2013), a maioria dos pistões é confeccionada em liga de alumínio, pelo processo de fundição por injeção sobre pressão. Durante a combustão é gerada alta quantidade de calor, originada da queima de combustível. Faz-se necessário um material que dissipe este calor para não danificar o pistão, neste caso as ligas de alumínio, que são excelentes quando se trata de condução térmica.

Uma análise metalográfica apresentada por Limberger (2010), realizada em pistões de motocicletas, revela que os mesmos eram fabricados em liga de alumínio da família A-332.2 (12,38% Si, 0,439% Fe, 1,2% Cu, 1,2% Mg, 1,26% Ni). No estudo das análises, a estrutura apresenta característica de ligas hipereutéticas de AlSi, com a adição de 1% de reagente HF a estrutura apresenta uma outra fase de  $Al^2Cu$ , nas bordas das dentritas.

O processo de fabricação de pistões automotivos é feito por injeção em alta pressão, que é adequado à fabricação de peças precisas que exigem um padrão idêntico de medidas comparadas ao molde da peça original. Esse método permite que a peça saia sem poros, pois o processo retira a presença de gases que pode interferir na estrutura do material fundido, causando assim falhas (OLIVEIRA, 2013).

De acordo com Parker (1985), o material formador dos pistões é comumente o alumínio silício, mesmo com sua perda de resistência acima de 200 °C, pois suas características de condutividade térmica, rolamento e características de fricção e usinabilidade o torna atraente para fabricar pistões. A liga de alumínio se adequa no processo de fundição por injeção, que evita falhas, proveniente de gases contidos nos moldes. Esse processo utiliza um cilindro com um êmbolo que espreme o material para dentro do molde, o material quando injetado, como mostrado na FIGURA 1, expulsa os gases de dentro da câmara, formando assim uma peça livre de falhas de fabricação, proveniente da falha no material.

**FIGURA 1** – Processo de Fundição sob pressão



Fonte: Mahle (2017)

## 1.2 COMPARAÇÃO DE PEÇAS GENUÍNAS E PARALELAS

No estudo de Grahl e Ferreira (2014), que foi utilizado para averiguação de engrenagens de câmbio, as engrenagens foram submetidas a testes de dureza, nos quais se analisou todos os dentes das engrenagens. Logo após, as engrenagens foram preparadas para análise metalográfica, onde foram cortadas, polidas e atacadas quimicamente para se analisar no microscópio metalográfico. Os dados coletados foram apurados, e foi identificada uma melhor estrutura na engrenagem genuína, com maior percentual de carbono, distribuído simetricamente pela peça. Já a engrenagem paralela possui menos carbono e com pontos de maior concentração e pontos de menor concentração de carbono. A engrenagem genuína apresentou maior controle no processo de fabricação que a paralela, sendo de maior viabilidade.

De acordo com Reis Filho (2014), as peças genuínas comparadas às paralelas não apresentam diferenças tão grandes. Nos seus estudos foram utilizadas engrenagens de câmbio, que foram submetidas a diversos testes e análises. A engrenagem genuína apresentou dureza um pouco maior que a paralela, com isso é possível que as duas possam conter a mesma composição química. Esta diferença pode estar relacionada aos tratamentos térmicos de cada engrenagem. As análises mostram que os tratamentos foram de cementação, seguida de têmpera e revenido, que são tratamentos que se obtém alta dureza superficial.

### 1.3 FALHAS NOS PISTÕES E SUAS PRINCIPAIS CAUSAS

De acordo com Mahle (2016), o tempo de vida dos pistões está relacionado à qualidade dos demais componentes do motor, os mesmos devem estar trabalhando em condições normais. Os sistemas de filtragem de ar e lubrificante, sistema de arrefecimento, dosagem de combustível, todos juntos atuando em condições adequadas de trabalho, contribuem para que os pistões tenham a vida útil de acordo com o tempo de vida do motor. As principais falhas estão relacionadas a erros de montagem e mau funcionamento do motor, que causam as falhas prematuras nos pistões.

De acordo com Neta (2013), a detonação é uma das causas de falhas em pistões. Ela ocorre pela ignição fora do tempo sem que haja a centelha da vela de ignição, gerada pela sobra de combustível e ar na câmara de combustão, decorrente de mau funcionamento do sistema de alimentação do motor em geral. Esta falha, gerando alta quantidade de energia, altas temperaturas e pressões, causando danos na superfície do pistão chamada coroa.

Em uma pesquisa apresentada por Singh (2014), as falhas ocorridas nos pistões estavam relacionadas a altas temperaturas, causando trincas na estrutura e na região da saia dos pistões. A saia do pistão é a parte de contato com a parede do cilindro, a camisa, onde essas temperaturas estavam relacionadas ao atrito gerado devido ao contato da camisa com o pistão e alteração de funcionamento do sistema de alimentação do motor. Esta falha faz com que o motor perca compressão, devido ao vazamento nas trincas e aumento da fadiga subsequentes da dilatação do pistão.

Silva (2004) afirma que a grande maioria das falhas em pistões ocorre devido a fadiga na cabeça e nos orifícios dos pinos, gerando trincas na cabeça do pistão como mostrado na FIGURA 2. No entanto, o maior dano ocorre nos orifícios do pino onde acontece a maior concentração de tensões. Outra falha comum está relacionada à folga dos anéis, provocando a quebra das suas divisórias chamadas sulcos, esta falha está relacionada ao desgaste da parede do cilindro chamada camisa. Quando ocorre este desgaste, os anéis passam a exercer esforços maiores sobre os sulcos levando a quebra, causando o mal funcionamento do motor, pois os anéis são responsáveis pela vedação, impedindo o vazamento dos gases comprimidos pela combustão.

**FIGURA 2** – Pistão com Trinca



Fonte: Catálogo Mahle (2017)

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a realização deste trabalho foram utilizados 6 pistões de combustão interna, sendo dois genuínos da marca Honda (1 novo e 1 usado), 4 pistões paralelos, 2 da marca Kmp (1 novo e 1 usado) e outros 2 da marca Nikki (1 novo e 1 usado), ambos utilizados em motos honda cg150, motor ohv. Todos os pistões usados estavam no fim de sua vida útil. O pistão genuíno usado estava montado em uma moto utilizada em rotas de segurança, o mesmo rodou 85200 km, o pistão usado da marca Kmp estava montado em uma moto de rua rodando 56000 km, o pistão usado da marca Nikki estava montado também em uma moto de rua, rodando 36000 km. Para verificação das propriedades mecânicas foi utilizado um durômetro Rockwell hardness tester, model 150hr, serial no. 014, date 2008, pertencente ao laboratório de Ensaios Mecânicos da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Rio Verde.

Os pistões foram submetidos a teste de dureza nas regiões mais afetadas termicamente. Os testes de dureza foram feitos na cabeça dos pistões, em pontos diferentes, como mostrado na FIGURA 3. Para cada área definida na FIGURA 3, foram feitos 3 ensaios de dureza. Os

testes foram feitos tanto nos pistões novos quanto nos usados, a fim de verificar a diferença de dureza que justificasse a diferença de vida de cada marca.

**FIGURA 3** – Áreas de ensaios de dureza



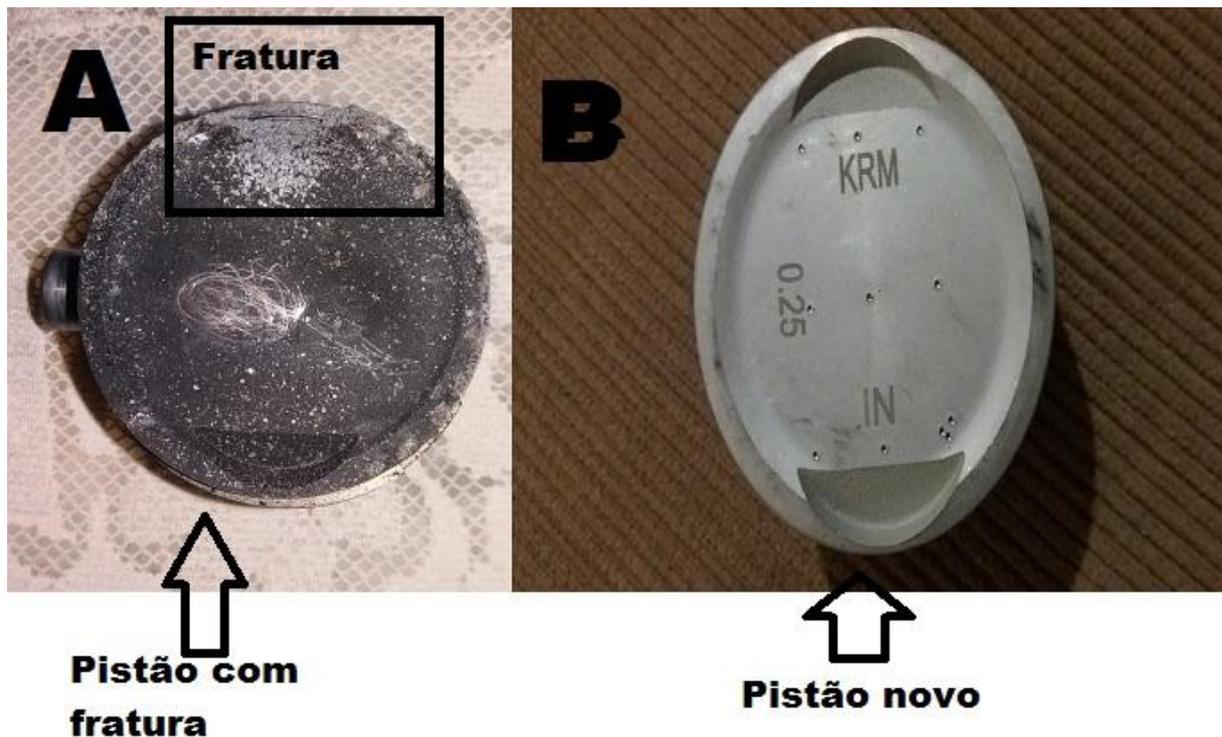
Fonte: Júlio César Arruda ,2017.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O parâmetro utilizado para quantificar a vida útil do pistão foi a quantidade de quilômetros rodados. O pistão genuíno foi submetido a severas condições de uso, pois a motocicleta provavelmente não ficava desligada, por ser utilizada em rondas noturnas e diurnas de segurança. Os dois pistões paralelos estavam em motos de rua, onde se exige menos do motor, que não fica ligado por longos períodos de tempo.

Ao longo de sua vida, um pistão pode apresentar uma série de problemas, e uma das causas pode ser proveniente da falta de resistência, podendo levar a quebrar, como mostrado na FIGURA 4.

FIGURA 4 – A) Pistão com falha e B) pistão novo



Fonte: Júlio César Arruda ,2017.

Para cada região da cabeça do pistão (FIGURA 3) foram feitos 3 ensaios de dureza, a média das durezas para cada região de cada pistão em estudo está apresentada na TABELA 1.

TABELA 1- Resultados dos testes de dureza das peças novas e usadas em HRB

Áreas de Teste	Genuíno		Kmp		Nikki	
	Novo 0km	Usado 85200Km	Novo 0Km	Usado 56000Km	Novo 0Km	Usado 36000Km
Escape	64,33	22,33	76,33	51,44	72	52
Central	62,67	19	75,66	64,67	66,33	46,67
Admissão	64	21,33	75,33	64,33	70,67	51

Fonte: Júlio César Arruda (2017)

Analisando os resultados, pode-se observar que os pistões paralelos tiveram maior dureza que o genuíno, e que ambos perderam dureza ao longo da sua vida útil. O pistão genuíno teve uma vida útil maior e perdeu mais dureza em relação ao novo. O pistão Kmp teve uma vida útil menor que o genuíno, mas o mesmo teve uma perda de dureza menor que o genuíno. Comparando o pistão Kmp novo com o usado, teve-se pouca diferença de dureza. O pistão Nikki teve a menor vida útil, e perdeu pouca dureza ao longo da sua vida útil.

Segundo Low (2000), a perda de dureza está relacionada ao processo de recristalização, no qual cada liga se recristaliza a uma certa temperatura. Isso explica o ocorrido nos pistões, que nas suas condições de trabalho recebem muita energia proveniente da combustão, aumentando sua temperatura, fazendo com que sofram recristalização, diminuindo sua dureza. O que pode justificar a maior perda na dureza do pistão genuíno, pois com maior vida útil o mesmo ficou exposto por mais tempo a elevadas temperaturas.

A diferença de dureza de uma marca para a outra possivelmente está relacionada a liga de fabricação utilizada por cada fabricante, isso explica o fato de um ter mais dureza que o outros. Outro fator que pode influenciar na diferença de dureza de uma marca para a outra são as condições de uso de cada motocicleta que o mesmo estava montado, pois quanto mais se exige do motor mais alta será sua temperatura. A alta temperatura favorece o processo de recristalização na área de admissão, região onde há maior concentração de energia, pois é a região onde ocorre a combustão, e onde se teve uma maior perda na dureza.

Pode-se dizer que o custo comercial de uma peça tem muita influência na sua escolha. O pistão genuíno tem um custo de R\$ 160,00, o Kmp um custo de R\$ 75,00 e o Nikki um custo de R\$ 72,00. Como observado, cada um teve um tempo de vida diferente. Será mostrado o valor do quilômetro rodado de cada pistão, calculado pela equação:

$$vq = vp/km \quad (1)$$

onde:

vq: Valor por quilômetro

vp: Valor do pistão

km: quilômetro rodado

Levando em consideração o custo e a vida útil de cada pistão, foi apresentado na TABELA 2 o custo do quilômetro rodado para cada pistão.

**TABELA 2** – Relação quilômetro rodado e valor do pistão

<b>Pistões</b>	<b>Preço</b>	<b>Quilometragem</b>	<b>Valor do km rodado</b>
<b>Genuíno</b>	160	85200	0,0019
<b>Kmp</b>	75	56000	0,0013
<b>Nikki</b>	72	36000	0,002

Fonte: Júlio César Arruda ,2017.

A TABELA 2 mostra que o pistão genuíno tem um valor de 0,0019 reais por quilômetro rodado, já o pistão kmp tem um custo de 0,0013 reais por quilômetro rodado, e o Nikki um valor de 0,002 reais por quilômetro rodado. Nas condições estudadas, o pistão Kmp teve a melhor relação custo/benefício.

## 4 CONCLUSÃO

Em respostas aos objetivos apresentados e com base nos resultados alcançados, chegou-se as seguintes conclusões:

- os pistões paralelos têm maior dureza que o genuíno e isso não aumentou sua vida útil;
- a perda na dureza durante o trabalho pode estar relacionada ao processo de recristalização dos pistões;
- o pistão genuíno apresentou a maior perda na dureza entre os pistões estudados, no entanto com maior vida útil;
- o valor comercial do pistão genuíno quando comparado ao Kmp é 114% maior, porém o Kmp apresentou a melhor relação custo/benefício para as condições estudadas;
- o pistão Nikki foi o que aparentou maior custo por quilômetro.

## REFERÊNCIAS

- GRAHL, Vilmar Joãozinho; FERREIRA, Ronaldo Lourenço. Comparação entre uma engrenagem genuína e uma engrenagem alternativa. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Rio Verde, ISSN 2179-0574., 2013, Universidade de Rio verde- UniRv. *ANAIS DO VIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA... ANAIS DO VII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*: [s.n.], 2014. p. 291-294. v. 1. Disponível em: <<http://www.eventosfesurv.com.br/fckfiles/files/CICURV%202014.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2017
- LIMBERGER, I. da F. et al. *Avaliação da microestrutura e propriedades mecânicas de pistões de um motor endotérmico submetidos a diferentes condições de trabalho*. 2010.
- LOW, Marjorie et al. *Determinação do estágio inicial da recristalização em ligas de alumínio por difração de raios-X*. São Paulo: IPEN-CNEN, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2000.
- MAHLE. *Manual de Falhas Prematuras*; 2016.45 p. Disponível em: <<http://www.mahle-aftermarket.com/media/local-media-latin-america/download-center/technical-materials/2016-04-19-manual-de-falhas-prematuras.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.
- NETA, Ricardo Miguel dos Santos. *Análise e simulação dum pistão automóvel sob diferentes condições de funcionamento*. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- OLIVEIRA, Guilherme Ruivo Gordalina de et al. *Tratamento térmico de uma liga Al-Si-Mg-Mn*. 2013.
- PARKER, D. A. Ceramics Technology—application to engine components. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Power and Process Engineering*, v. 199, n. 3, p. 135-150, 1985.
- REIS FILHO, F.A. *Comparação da dureza entre engrenagens de câmbio genuíno e similar*. 2014. 13 p. Defesa de Graduação- Faculdade de Engenharia Mecânica, Rio Verde, Universidade de Rio Verde- UniRv, 2014.
- SILVA, F. S. Fatigue on engine pistons—A compendium of case studies. *Engineering failure analysis*, v. 13, n. 3, p. 480-492, 2006.
- SINGH, R. C. et al. Failure of piston in IC engines: A review. *International Journal of Modern Engineering Research*, v. 4, n. 9, p. 1-10, 2014.
- TILLMANN, CA da C. *Motores de Combustão Interna e seus Sistemas*. Pelotas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.