



De 19/10/2016 a 21/10/2016

PROPOSTA DE ALTERAÇÃO NA RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO DE UMA MOTOCICLETA

WACHHOLZ, Marta Adélia ^{1*}, DALCIN, Rafael Luciano ², WACHHOLZ, Luis Carlos ³

^{1*, 2, 3} FAHOR, Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina, Horizontina, RS, Brasil. *Autor Correspondente: mw001410@fahor.com.br.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo alterar a relação de transmissão de uma motocicleta CB 400, com o intuito de otimizar o consumo de combustível. Para realizar este estudo foi utilizado a coroa original (36 dentes), e variado apenas o pinhão da motocicleta para 16, 17 e 18 dentes (um para cada experimento). Em seguida, foi realizado testes em um dinamômetro, com rotação predeterminada em 8000 rpm, bem como condições climáticas idênticas. Na condição onde optou-se em utilizar o pinhão original (16 dentes), a velocidade final para a rotação predefinida foi de 85,91 km/h. Com a ampliação do pinhão original para 17 e 18 dentes, a velocidade final alcançada obteve ganhos significativos. A potência do motor manteve-se constante (~ 28,7 CV) nas três condições. Comparando-se os três testes, aqueles realizados com relação alongada (18 dentes) apresentaram maior economia de combustível quando comparado à relação original.

Palavras chave: Motocicleta. Relação de transmissão. Consumo de combustível.

MOTORCYCLE TRANSMISSION RATIO CHANGE PROPOSAL

ABSTRACT

This work aims to change the transmission ratio of a CB 400 motorcycle, in order to optimize fuel consumption. To carry out this study, the original sprocket (36 teeth) was used, and expanded only the motorcycle pinion for 16, 17 and 18 teeth (one for each experiment). Then, tests on a dynamometer were carried out, with predetermined rotation in 8000 rpm, and in identical weather conditions. In the condition where it was decided to use the original pinion sprocket (16 teeth), the final speed to the default rotation was 85.91 km/h. With the expansion of the original pinion for 17 and 18 teeth, the final speed achieved had significant gains. The engine power is maintained constant (~ 28.7 CV) for all the three conditions. Comparing the three tests, those made with higher ratio (18 teeth) showed improved fuel economy when compared to the original ratio.

Keywords: Motorcycle. Transmission ratio. Fuel consumption.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de transmissão de um veículo possuem a função de fornecer força para realizar a tração e impulsão necessárias para proporcionar movimento ao mesmo, sendo que as unidades propulsoras trabalham em uma determinada faixa de rotação, limitadas entre mínima e máxima, a qual gera valores de potência e torque, de maneira não uniforme, ocasionando a necessidade de existência das relações de transmissão, para transformar as forças disponíveis de torque em forças de tração, requeridas para o deslocamento veicular (BOSCH, 2005).

Uma motocicleta sai da fábrica com relação de transmissão específica para seu modelo, na prática, quando vai para a estrada, muitas vezes acontece de parecer que falta uma marcha extra, sobra potência na máquina, o motor trabalha a altos giros, com queda na velocidade final, aumentando o consumo de combustível.

Através da execução deste trabalho, pretende-se esclarecer dúvidas e analisar a viabilidade das alterações na relação de transmissão, neste caso o alongamento, com o intuito de otimizar o consumo de combustível.

Para fins de validação desta pesquisa, nos deteremos nas características específicas de nossa região, que possui relevo mais regular e pistas rápidas. Trabalharemos com a proposta de alongamento da relação de transmissão, cuja viabilidade busca ser comprovada diante da submissão da motocicleta a testes em Dinamômetro, a fim de verificar variação de velocidade, torque e potência, nas condições pré-estabelecidas, utilizando num primeiro momento, a relação de transmissão original, com coroa de 36 dentes e pinhão de 16 dentes, substituindo, na sequência, o pinhão original (16 dentes) por exemplares com 17 e 18 dentes, respectivamente.

Para verificação do consumo de combustível, será realizado teste prático em pista, com parâmetros como quantidade de combustível e velocidade idênticos para cada pinhão utilizado, acrescido a carga do carona.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. REFERENCIAL TEÓRICO

Os sistemas de transmissão transferem o torque que provém do motor para as rodas. Também são responsáveis por seu aumento ou diminuição, com o intuito de obter a melhor relação entre este e a velocidade das rodas (MELLO, 2003). A tarefa da caixa de mudanças com rodas dentadas é a regulagem da velocidade através de transmissões graduadas, que

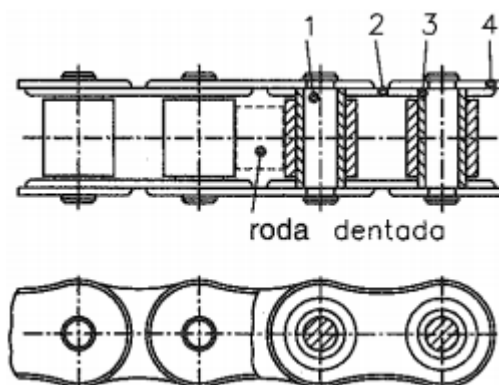
funcionam por meio de pares de engrenagens. Sendo os principais requisitos de uma caixa de mudanças, garantir a quantidade necessária de rotações na árvore acionada, garantir o coeficiente de rendimento ao sistema, ser o mais curto possível, apresentar pequenas dimensões, fácil manejo, manutenção, montagem e regulagem (RESHETOV, 1979).

A transmissão de potência ou movimento pode ser realizada por elementos flexíveis, os quais podem ser assim relacionados: correias, polias, correntes, cabos ou eixos. Sendo que a utilização dos mesmos, pode ser evidenciada de acordo com a sua respectiva aplicação, nas mais diversas situações, envolvendo máquinas e equipamentos (FRANCESCHI, 2014). De acordo com Niemann (2002), as transmissões por corrente podem ser empregadas para eixos paralelos com uma maior distância entre eixos do que no caso de engrenagens cilíndricas.

Os tipos de correntes utilizadas são: corrente de passo longo; pino oco; agrícolas; silenciosas; especiais; de transmissão; comum e de rolos. A corrente de rolos é composta por elementos internos e externos, sendo que as talas são permanentemente conectadas através de pinos e buchas, nas quais, ainda são colocados rolos. Sua aplicação é feita em transmissões, em movimentação e em sustentação de contrapeso e em transportadoras, assim como em locais de difícil acesso e em ambientes abrasivos e poeirentos (FRANCESCHI, 2014).

As correntes de rolo são as mais utilizadas na transmissão de potência, pois suportam cargas e velocidades muito altas (até 11m/s). São constituídos basicamente de talas de aço ABNT 1050 ou aço liga, pinos, buchas e rolos de aço cromo níquel cementado. Podem ser simples ou múltiplas, com várias filas de rolos (ALMEIDA, 2016). A Figura 1 apresenta o desenho esquemático de uma corrente de rolos simples

Figura 4 – Componentes da Corrente Simples de Rolos



Fonte: Telecurso 2000 Profissionalizante (1998).

Onde:

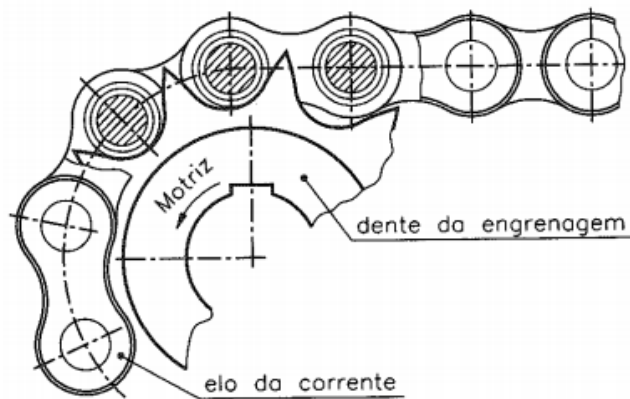
1 – pino

- 2 – tala interna e externa
- 3 – bucha remachada na tala interna (2)
- 4 – rolo, com rotação livre sobre a bucha (3)

Em sua obra Antunes e Freire (1998), explicam a transmissão por correntes como sendo uma união flexível, entre a corrente e um par de rodas, com acionamento positivo e cujas principais características são: distância entre centros variável, resistência aos grandes esforços e rendimento elevado (97 a 98%).

A Figura 2 apresenta o desenho esquemático da junção entre corrente e roda dentada, da transmissão por correntes. A seleção da relação correta, garante o bom desempenho da máquina.

Figura 2 – Desenho Esquemático de uma Transmissão por Correntes



Fonte: Telecurso 2000 Profissionalizante (1998)

Os elementos da transmissão devem parar o veículo, mesmo que o motor esteja em funcionamento, converter torque em rotação, efetuar o procedimento de arranque do veículo, proporcionar movimento para frente e para trás, permitir que a unidade de potência trabalhe em rotações diferentes e possibilitar a unidade propulsora operar dentro das faixas ideais para a redução da emissão de poluentes e consumo de combustível (BOSCH, 2005).

A razão de velocidades de um par de engrenagens pode ser calculada a partir do número de dentes das engrenagens engrazadas. A razão de engrenamento é expressa pelo número de dentes da engrenagem sobre o número de dentes do pinhão (NORTON, 2004).

Melconian (2012) diz que a relação de transmissão (i) pode ser descrita pela equação número 1.

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

Onde:

i = Relação de engrenamento

Z = Número de dentes

d_o = Diâmetro primitivo (mm)

n = Rotação (rpm)

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para desenvolver a parte prática deste trabalho, foi utilizado uma motocicleta CB 400 (fabricada pela Honda em 1983). Em seguida, a motocicleta foi submetida a testes num Dinamômetro Servitec, da Empresa Welke Motos. Antes de qualquer alteração na transmissão, foram avaliadas as condições específicas da motocicleta, pois o alongamento da relação só é eficiente em terrenos de geografia mais plana e pistas rápidas. Durante a realização dos testes, optou-se em manter a coroa original (36 dentes) em todos os testes e alterar apenas os pinhões para 16, 17 e 18 dentes, respectivamente. As Figuras 3(a, b) apresentam imagens do momento em que a motocicleta foi colocada no dinamômetro para dar início aos testes.

Figura 3: Teste realizado no dinamômetro.



Fonte: Autores

Inicialmente o teste foi executado utilizando o pinhão original (16 dentes). Em seguida, os pinhões da motocicleta foram substituídos para 17 e 18 dentes, com o intuito de alongar a relação de transmissão.

As condições climáticas foram idênticas durante a execução dos testes (pressão atmosférica: 98,4 kPa; temperatura 23,7°C e umidade relativa do ar 53,4%). Todos os testes

foram realizados em quarta marcha, estabelecendo o ponto de corte em 8000 rpm, para evitar danos ao motor da motocicleta.

Após finalizar os testes no dinamômetro, o mecânico partiu para a prática na pista. Neste instante, foi adaptado na motocicleta um tanque de combustível com capacidade para 250 ml de gasolina aditivada, conforme mostrado na figura 4. A motocicleta percorreu um trajeto padrão e de geometria regular e com o acréscimo de carga do carona. A velocidade máxima da motocicleta foi de 80 km/h.

Figura 4: Teste de combustível.



Fonte: Autores

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa serão apresentados os resultados obtidos após a conclusão dos testes, bem como uma análise da viabilidade da alteração proposta para esta motocicleta. Conforme mencionado anteriormente, o tipo de alteração, seja redução ou alongamento da relação de transmissão, dependem exclusivamente da resposta que o usuário pretende obter de seu veículo.

2.3.1 Definição da relação de transmissão

Utilizando a Equação 1 apresentada no Referencial Teórico, realizaremos o cálculo das relações para as alterações propostas.

Os resultados de relação de transmissão, obtidos para cada pinhão utilizado (16, 17 e 18 dentes) estão representados no quadro 1.

Quadro 1 – Relações de Transmissão obtidas com as alterações de pinhão.

NÚMERO DE DENTES		EQUAÇÃO	RELAÇÃO
COROA (Z ₂)	PINHÃO (Z ₁)		
36	16	$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_2}{n_1}$	2,25
36	17		2,1176
36	18		2

Fonte: Autores

2.3.2 Submissão da motocicleta aos testes no dinamômetro

Os resultados obtidos com os testes no dinamômetro mostram que a perda de torque ou de potência não são suficientes para desqualificar a alteração proposta. Porém, verifica-se um aumento de velocidade de aproximadamente 11 km/h com o uso da relação alongada (18 dentes), quando comparado a velocidade obtida com a relação original. A tabela 1 apresenta os resultados obtidos nos experimentos.

Tabela 1: Resultados dos experimentos.

Relação de transmissão	Velocidade máxima (km/h)	Torque (kgf.m)	Potência (CV)
2,25	85,90	2,58	28,82
2,12	91,27	2,57	28,69
2	97,13	2,59	28,94

Fonte: Autores

Conforme mostrado na tabela 1, no teste realizado com pinhão de 16 dentes e coroa com 36 dentes, a velocidade máxima foi de 85,90 km/h, e a potência se manteve em 28,82 CV. A perda de torque era uma preocupação durante a realização deste trabalho, e com a relação original e nas condições acima mencionadas, o valor obtido foi de 2,58 kgf.m.

Com a ampliação do pinhão para 17 dentes, mantendo constante o valor máximo de rotação, bem como condições climáticas anteriormente estabelecidos, foi verificado um incremento na velocidade final para 91,27 km/h e da potência para 28,69 CV. A velocidade resultante do teste com o pinhão de 17 dentes corresponde ao torque de 2,57 kgf.m.

No teste realizado com o pinhão com 18 dentes, mantendo todos os outros parâmetros iguais aos dos testes anteriores, a velocidade final atingida foi de 97,13 km/h, com uma potência de 28,94 CV e torque de 2,59 kgf.m.

2.3.2 Verificação do consumo de combustível

Para realizar o teste de consumo de combustível, foi optado por uma velocidade máxima de 80 km/h durante o percurso. De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, a velocidade máxima para motocicletas em vias rápidas é de 80 km/h e em rodovias 110 km/h.

A verificação do consumo de combustível é a fase crucial deste trabalho, pois é nesta etapa que é verificado a viabilidade ou não de alterar a relação de transmissão da CB 400. A Tabela 2 apresenta os valores encontrados para cada relação utilizada, durante o teste de consumo de combustível.

Tabela 2: Testes de consumo de combustível.

Relação de transmissão	Distância Percorrida (km)	Rotação (rpm)	Rendimento (km/l)
2,25	6	4500	24
2,12	6,7	4200	26,8
2	7	4000	28

Fonte: Autores

Ao analisar os dados obtidos, é notável uma perda de 500 rpm em relação à transmissão original, no entanto, o rendimento do combustível obteve um incremento de 4 km/l. Além do mais, a queda de rotação tem impacto apenas se for exigido um arranque da motocicleta em um terreno de aclave.

Gráfico 1 – Curva de Desempenho do Combustível



Fonte: Autores

Apesar da queda de 500 rpm mencionada anteriormente, ao analisarmos o Gráfico 1 onde está representada a Curva de Desempenho de Combustível, veremos que houve um incremento de 4km rodados para um litro de combustível, sendo considerada eficiente, a alteração proposta.

CONCLUSÃO

Através dos resultados apresentados neste trabalho, as seguintes conclusões podem ser retiradas:

- As vibrações do motor diminuíram consideravelmente após a alteração do pinhão, pois a rotação do motor apresentou uma pequena redução.
- Com a ampliação do pinhão original (16 dentes) para 17 e 18 dentes, a velocidade final aumentou 6,2% e 13,1%, respectivamente.
- Os testes realizados com relação alongada (18 dentes) apresentaram ganho de 4 km/l quando comparado à relação original.
- Apesar da variação de velocidade durante a alteração dos pinhões, a perda de potência foi insignificante.
- Para os fins desse trabalho, a relação de transmissão indicada é a de 2:1, utilizando para tanto, a coroa com 36 dentes e o pinhão com 18 dentes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. J. **Correntes**. Disponível em:

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAoWcAF/corrente>>. Acesso em: 12 set. 2016.

BOSCH, R. **Manual de tecnologia automotiva**. 25 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2005.

FRANCESCHI, A. DE; ANTONELLO, M. G. **Elementos de Máquinas**. 1 ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

MELLO, R. **Análise da sensibilidade do campo acústico veicular à excitação do sistema de transmissão**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

NIEMANN, G. **Elementos de Máquinas**. 6ª reimpressão. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2002.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Código de Trânsito Brasileiro**. 1997. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503.htm>. Acesso em: 11 set. 2016.

RESHETOV, D. N. **Atlas de Construção de Máquinas**. 2 ed. Rio de Janeiro: Renovada Livros Culturais, 1979.

TELECURSO 2000 PROFISSIONALIZANTE. **Elementos de Máquinas**. São Paulo. 1998.

VIOTTI, E. **Relação de Transmissão**. 2012. Disponível em:

<<http://quatorrodas.abril.com.br/materia/relacao-transmissao-648744>>. Acesso em: 6 mai. 2016.