

Captação do coeficiente de atrito pneu/solo para veículos do tipo baja**Captation tire/road coefficient of friction for vehicle tipe baja**

DOI:10.34117/bjdv6n11-022

Recebimento dos originais: 03/10/2020

Aceitação para publicação: 03/11/2020

Bruna Ferreira Mello Reis

Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ) – DEMEC
Rua Dr. Jose Bastos, 51 - Centro, São João del-Rei - MG
brunafereiramr@gmail.com

Gabriel Cosme Matos Silva

Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ) – DEMEC
Rua Dr. Jose Bastos, 51 - Centro, São João del-Rei - MG
Gabriel_cosme1441@outlook.com

Luís Antônio de Paula Resende Ferreira

Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ) – DEMEC
Rua Dr. Jose Bastos, 51 - Centro, São João del-Rei – MG
luisferreira98@hotmail.com

José Antônio da Silva

Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ) – DCTEF
Praça Frei Orlando-170, Centro, 36307-904, São João Del Rei, Minas Gerais, Brasil
jant@ufs.edu.br

RESUMO

O presente artigo tem o objetivo de captar o coeficiente de atrito pneu/solo para veículos tipo baja. Primeiramente apresenta-se uma breve introdução da associação SAE Brasil e da equipe Komiketo Baja UFSJ. O protótipo analisado para produção do artigo foi o KB08, esse que é o atual modelo da equipe, e foi projetado e construído para participar do programa estudantil Baja SAE Brasil.

Em virtude os estudantes realizam todos os cálculos e captações para o dimensionamento do veículo. Nesse contexto se encontra a captação do coeficiente, também relacionado para o setor de freios, já que seu valor interfere nos cálculos dinâmicos. Após a breve introdução apresentam-se os materiais e métodos utilizados para a captação. Uma das características para precisão de valores é que o sistema esteja em perfeito funcionamento, além da pesagem de forma correta. Realiza-se o teste aplicando uma força de tração que tende a puxar o veículo que deve estar com as rodas travadas. O mesmo é feito para dois tipos de solo: asfalto e terra. Fazem-se então três passagens, para cada terreno, e analisa a média entre os valores obtidos. Os dados são então comparados com os da bibliografia referenciada e chegam-se as conclusões finais.

Palavras-chave: coeficiente de atrito, freios, dimensionamento, pneu/solo.

ABSTRACT

O The article bellow aims to capitante tire/road coefficient of friction for vehicle type BAJA. Firstly, there will be a small introduction from the SAE Brasil Association and The Komiketo Baja UFSJ team. For the production of this article the team's current competition model, the KB08 prototype

was analyzed. which is the team's current model, and was designed and built to participate in the Baja SAE Brasil student program.

By virtue of the students perform all calculations and captures for dimensioning the vehicle. In this context is the capture of the coefficient, also related to the brake sector, since its value interferes with dynamic calculations. After the brief introduction, the materials and methods used for capturing are presented. One of the characteristics for accurate values is that the system is in perfect working order, in addition to weighing correctly. The test is performed by applying a tractive force that tends to pull the vehicle that must have the wheels locked. The same is done for two types of soil: asphalt and earth. Then, three passes are made, for each terrain, and the average between the obtained values is analyzed. The data are then compared with those in the referenced bibliography and the final conclusions are reached.

Keywords: coefficient of friction, brakes, sizing, tire/road.

1 INTRODUÇÃO

A SAE Brasil é uma associação que promove diversos eventos, simpósios, cursos e colóquios com a missão de disseminar a tecnologia e o processo da mobilidade. Dentro desse universo de conhecimento há a realização do programa estudantil Baja SAE Brasil, um dos vários propostos pela instituição. Esse mesmo envolve os participantes ao desenvolvimento de um veículo off-road.

Em virtude disso surge em 2008 a equipe Komiketo Baja UFSJ, com a missão de projetar e construir um veículo do tipo baja, que seja monoposto, tubular e seguro. A equipe é subdividida em diversos setores, são eles: Cálculo estrutural, capitania, chassi, direção, eletrônica, engenharia do produto, freio, marketing, suspensão e powertrain.

O setor de freios tem como finalidade desacelerar um veículo para diminuir sua velocidade, pará-lo totalmente e manter parado. (Limpert, 2011). O coeficiente de atrito pneu/solo (μ) é um dos dados necessários para dimensionamento do subsistema. Esse mesmo relaciona o atrito disponível em inúmeros processos, dentre eles a frenagem. A metodologia e testes que serão apresentados nesse artigo buscam a captação do valor desse coeficiente para o protótipo da equipe KB08.

2 OBJETIVOS

A metodologia e testes que serão apresentados nesse artigo buscam a captação do valor desse coeficiente para o protótipo da equipe KB08. As aquisições desses valores são de suma importância para o desenvolvimento do sistema de freios, visto que o mesmo varia em diferentes situações e terrenos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 KOMIKETO BAJA UFSJ

É uma equipe de competição universitária da UFSJ, filiada à SAE BRASIL. O projeto Baja SAE promove uma competição entre instituições de ensino superior que desafia estudantes de engenharia, através de simulações e desenvolvimento, a um caso real de criação de um protótipo. O desafio lançado, proporciona a chance de aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, para desenvolver um veículo off-road, desde sua concepção, projeto detalhado, construção e testes.

3.2 FREIOS

“O sistema de freios deve ser capaz de parar um veículo na menor distância possível sob as mais diversas condições de uso, tais como: veículo carregado ou descarregado, piso seco, úmido ou contaminado, velocidade baixa ou alta, em aclave ou declive, pista reta ou sinuosa etc.” (LEAL, L.M., da ROSA, E., NICOLAZZI, L.C. 2012).

3.3 COEFICIENTES DE ATRITO

“Um veículo é conectado à estrada pelas forças normais e de tração produzido pelos pneus. Forças de frenagem, direção ou aceleração devem ser geradas pela pequena área de contato do pneu com o solo. Apenas forças iguais ou menores que o produto da força normal do pneu e o coeficiente de atrito pneu-estrada podem ser transmitidos entre o veículo e o solo. Mesmo a frenagem ideal e sistema de controle de estabilidade não pode utilizar mais tração do que o fornecido pelos pneus e estrada.” (LIMPERT, R., Brake Design and Safety, SAE International, 1992.).

3.4 CAPTAÇÕES DE DADOS

“Basicamente é o processo de recolhimento de dados para uso secundário por meio de técnicas específicas. Esses dados são utilizados para tarefas de pesquisa, planejamento, estudo, desenvolvimento e experimentações. Para que os resultados sejam satisfatórios, o ponto central é o planejamento para a execução da metodologia de apuração de dados. A coleta de dados é definida de acordo com o desenvolvimento que o projeto vai seguir. Porém é sempre necessário todo o cuidado com esses dados, pois é necessário excelência em todo o processo para que as informações da população em análise sejam de extrema qualidade.” (O QUE É A COLETA DE DADOS; Disponível em <<https://uplexis.com.br/blog/gestao/o-que-e-a-coleta-de-dados/>>>; Acesso em: 10/07/2019).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar a captação do coeficiente de atrito pneu/solo são necessários os seguintes componentes:

- Célula de carga (modelo CKS – 5000kgf);

Figura 1. Célula de carga KRATOS utilizada.



- Dois cabos de aço ou correntes com um metro de comprimento;
- Veículo com reboque;
- Pneus em bom estado;
- Protótipo KB08;

Figura 1. Protótipo KB08 submetido a validação.



- Quatro balanças digitais eletrônicas.

Figura 3. Balança Multilaser utilizada.



O teste consiste na aplicação de uma força no veículo tipo Baja, estando este com o piloto, e o veículo com as quatro rodas travadas. Para isso o subsistema de freios deve estar em perfeito funcionamento. Realizar sangria antes da validação é um quesito essencial para conseguir esse estado.

Figura 4. Validação



É necessário medir o atrito estático máximo que se obtêm prendendo a célula de carga em dois cabos de aço, um no veículo com reboque e o outro no protótipo. Em seguida deve ser realizada uma força tração horizontal, pelo carro, que irá tencionar o cabo de aço, captando a força máxima aplicada no processo.

A captação se dá na iminência do movimento, estado no qual o atrito deixa de ser estático e passa a ser dinâmico. Encontrando assim o coeficiente de atrito pneu/solo, por meio da Equação 1.

$$\mu = \frac{F_c}{M \cdot g} \quad (1)$$

Onde:

μ = Coeficiente de atrito pneu/solo.

F_c = a força que aparece na célula de carga em newtons (N).

M = massa do veículo com piloto em quilogramas (kg).

g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²).

O modo de medir a massa do protótipo com o piloto foi por meio de 4 balanças, uma em cada roda. O carro precisa ser erguido e todas as rodas devem ser encostadas nas balanças ao mesmo tempo, para que não ocorra erro de pesagem. O valor total é adquirido fazendo a somatória dos valores encontrados.

A validação será feita para dois tipos de terrenos: asfalto e terra. Em cada terreno será feito três passagens, valores muito discrepantes devem ser desconsiderados. O resultado final deve ser a média desses valores.

5 RESULTADOS E CONCLUSÕES

A somatória da massa do protótipo juntamente com o piloto foi de 206 kg. Os valores encontrados através da célula de carga, transformados de quilograma-força para Newton, referentes a F_C , estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Resultados obtidos.

Solo	Primeira	Segunda	Terceira	Média (N)
	Passagem (N)	Passagem (N)	Passagem (N)	
Asfalto	1667,7	1648,08	1657,89	1657,89
Terra	1334,16	1314,54	1343,97	1330,89

O coeficiente de atrito calculado para o asfalto é:

$$\mu = \frac{F_C}{M \cdot g} = \frac{1657,89}{206 \cdot 9,81} = \mathbf{0,82} \quad (1)$$

Para a terra foi encontrado um valor inferior, como já era de se esperar, sendo ele:

$$\mu = \frac{F_C}{M \cdot g} = \frac{1330,89}{206 \cdot 9,81} = \mathbf{0,658} \quad (1)$$

Os valores obtidos de coeficiente de atrito estão coerentes com os citados na metodologia de base. No qual afirma que os resultados devem estar entre os da tabela a seguir:

Tabela 2. Coeficientes de atrito para diversos terrenos.

Tipo de pista	μ
Asfalto	0,6 a 0,95
Pedra britada	0,5 a 0,65
Terra seca	0,5 a 0,70
Terra úmida	0,5 a 0,60
Areia	0,2 a 0,3
Neve	0,30 a 0,35

Fonte: LEAL, L.M., da ROSA, E., NICOLAZZI, L.C. (2012, p.19)

Vários fatores influem no valor do coeficiente de atrito entre pneu e pista. Dentre eles, os principais são: estado da pista, tipo de pneu, velocidade do veículo e estado da banda de rodagem. (LEAL, L.M., da ROSA, E., NICOLAZZI, L.C. 2012). Com esses dados, é possível ver o comportamento dinâmico durante a frenagem em qualquer situação, sendo essencial para o projeto.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), processo APQ-01118-19, investidor do Projeto Baja SAE, da Equipe Komiketo Baja UFSJ, localizada na Universidade Federal de São João Del Rei, por viabilizar o desenvolvimento deste trabalho. E a empresa SIGMA - Medições 3D, localizada em São Paulo – SP, por nos conceder, em forma de patrocínio, o serviço de medição tridimensional da peça analisada.

DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo das informações contidas neste artigo.

REFERÊNCIAS

- LEAL, L.M., da ROSA, E., NICOLAZZI, L.C. “Uma introdução a modelagem quase-estático de veículos automotores de rodas”. UFSC, Florianópolis, 2001.
- GILLESPIE, T. D., Fundamentals of vehicle dynamics, Publicado por: Society of automotive engineers, Warrendale, PA, USA, 1992.
- LIMPERT, R., Brake Design and Safety, SAE International, 1992.

(O QUE É A COLETA DE DADOS; Disponível em <<https://uplexis.com.br/blog/gestao/o-que-e-a-coleta-de-dados/>>; Acesso em: 10/07/2019) Lopes, R.T., “Determinação do coeficiente de atrito pneu/solo do veículo baja”. UFV, Viçosa, 2016.