

# Estudo de parâmetros de mensuração do fenômeno de *stick-slip* em materiais de fricção

AUTOR: William Felipe Streck – [william.streck@ufrgs.br](mailto:william.streck@ufrgs.br)  
ORIENTADOR: Ney Francisco Ferreira

## INTRODUÇÃO

O fenômeno de *stick-slip* é responsável pela geração do *creep groan*, ruído de baixa frequência na maioria das vezes observado quando o automóvel move-se com baixa velocidade com os freios acionados [1]. Níveis elevados deste ruído causam desconforto vibracional e audível aos passageiros, além de diminuir a vida útil de outros componentes do veículo [2].

O escopo do presente trabalho é correlacionar os picos de aceleração da vibração do sistema mecânico com o fenômeno de atrito conhecido como *stick-slip*.

## METODOLOGIA

Os experimentos foram executados no tribômetro (Fig. 1) do Laboratório de Tribologia da UFRGS. Os parâmetros físicos impostos ao tribômetro estão mostrados na Tabela 1.

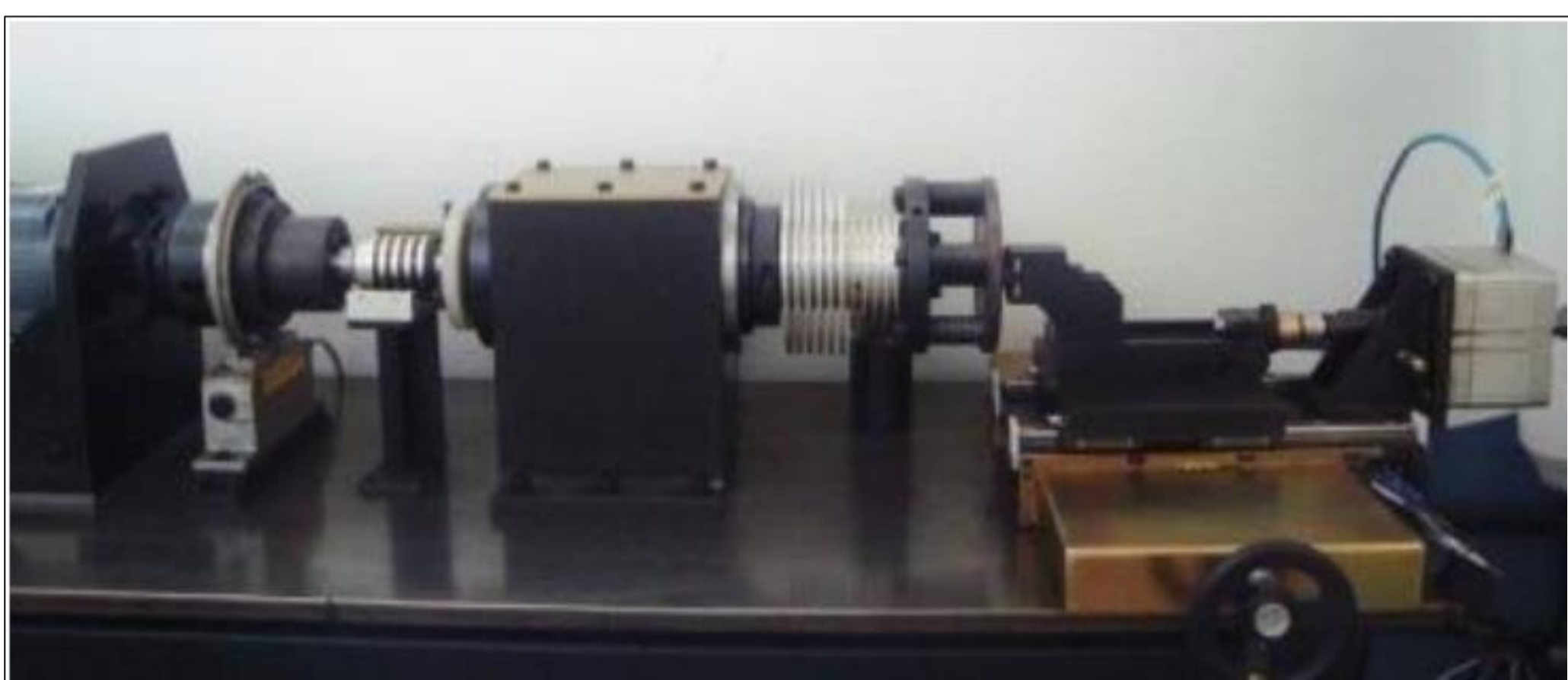


Figura 1 – Tribômetro do Laboratório de Tribologia.

Tabela 1 – Parâmetros impostos ao tribômetro durante os ensaios

30 repetições		
Rotação do disco [rpm]	Força Normal [N]	Tempo de ensaio [min.]
1	1200 a 0	2

Nos ensaios, foram adquiridos o torque, o deslocamento angular do disco, a força normal e o coeficiente de atrito. Foi medido ainda o nível de vibração produzido pelo sistema mecânico por meio de um acelerômetro instalado sobre o porta amostras do tribômetro.

## RESULTADOS

A Figura 2 mostra um trecho da curva de torque resultante de uma das 30 repetições do ensaio. Os círculos pintados em azul indicam os picos de aceleração selecionados para a comparação. Grandezas decorrentes do período de escorregamento (*slip*) foram escolhidas para serem comparadas com os dados de aceleração.

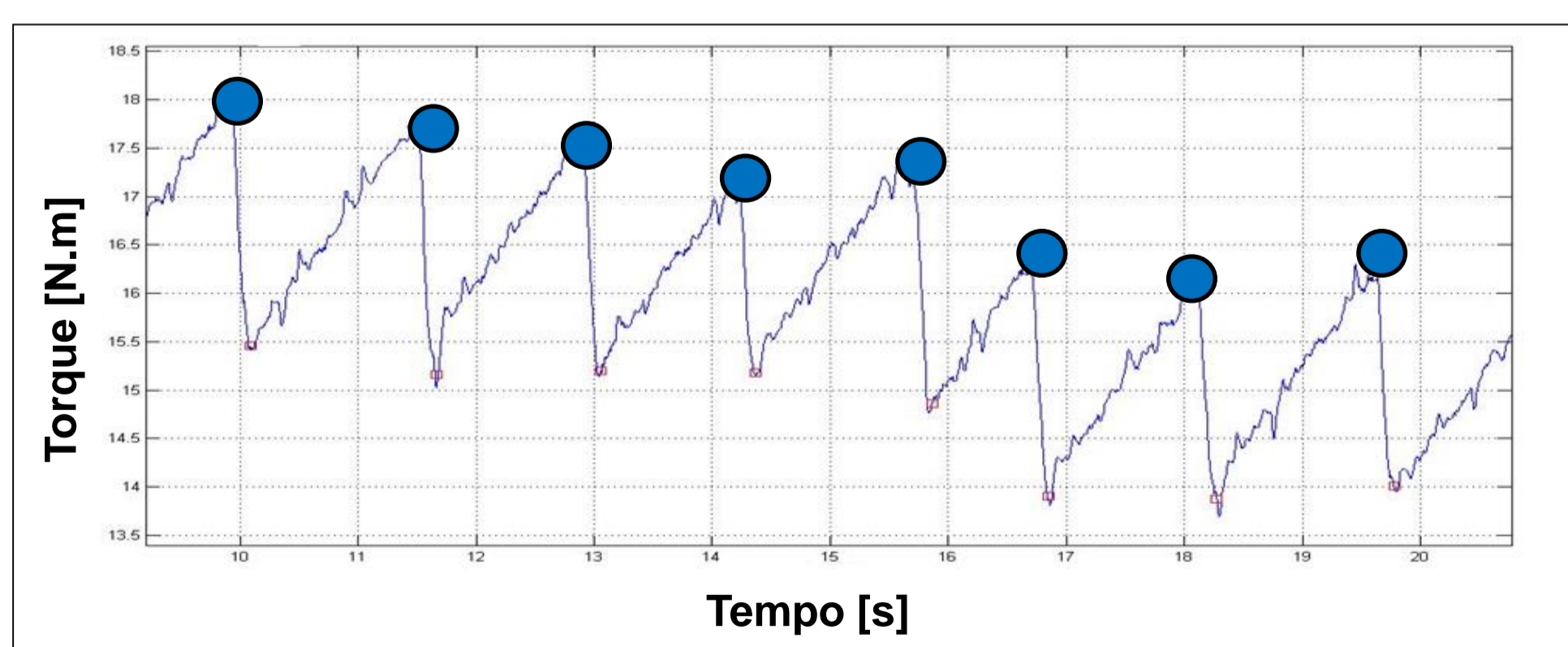


Figura 2 – Curva de torque gerada nos ensaios.

A Figura 3 ilustra uma curva típica de aceleração obtida durante os ensaios. Foram contabilizados o maior módulo de aceleração para cada período de escorregamento (*slip*).

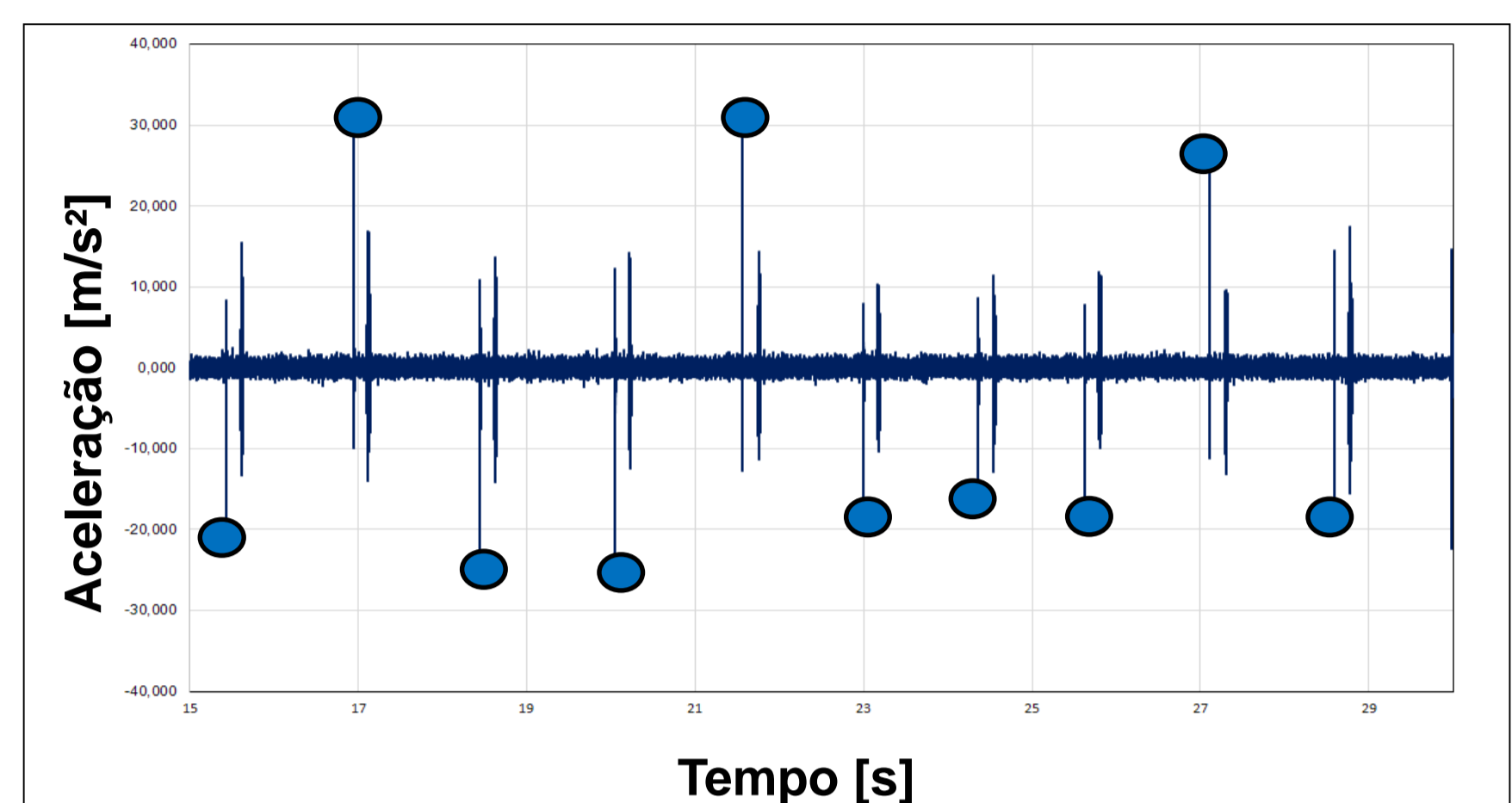


Figura 3 – Trecho de uma curva de aceleração obtida nos ensaios.

Os seguintes parâmetros foram correlacionados com os valores de aceleração:

- 1) Potência no período de escorregamento (potência de *slip*)
- 2) Variação de torque x torque médio
- 3) Potência de *slip* x torque médio
- 4) Potência de *slip* x coeficiente de atrito médio
- 5) Variação de atrito
- 6) Variação de torque x torque médio x atrito médio

O parâmetro 5 é o mais utilizado pela literatura ([3], [4] e [5]) para mensurar o fenômeno de *stick-slip*. Dois materiais de fricção distintos foram empregados nos experimentos.

Os resultados da correlação estão expostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados da correlação de Pearson entre aceleração e os parâmetros de mensuração do *stick-slip*.

	Correlações					
	Parâmetro 1	Parâmetro 2	Parâmetro 3	Parâmetro 4	Parâmetro 5	Parâmetro 6
Material 1	51%	49%	46%	49%	43%	48%
Material 2	45%	50%	45%	44%	41%	46%

## CONCLUSÃO

Os dados da Tabela 2 indicam que o parâmetro 5, o mais utilizado em trabalhos que envolvem o fenômeno de *stick-slip*, possui menor correlação com a aceleração do que os outros parâmetros propostos. Observa-se também que a incorporação dos valores de coeficiente de atrito não melhora a correlação com a aceleração.

Para os dois materiais testados, o parâmetro de *variação de torque x torque médio* mostrou-se como o melhor parâmetro para correlação da aceleração e o fenômeno de *stick-slip*.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] CROWTHER, A. R., SINGH, R., "Identification and quantification of *stick-slip* induced brake groan events using experimental and analytical investigations". Noise Control Engineering Journal, ed. 56, 2008.
- [2] NEIS, P.D et al., "Investigation of the dynamic response in a dry friction process using a rotating *stick-slip* tester", Wear, ed. 271, 2011.
- [3] FUADI Z. et al., "Map of low-frequency *stick-slip* of a creep groan", Proceedings of the Institution of mechanical Engineers, Part 1: Journal of Engineering Tribology 224 (12) (2010) 1235–1246.
- [4] JANG, H. et al., "Compositional effects of the brake friction material on creep groan phenomena". Wear, 251(1-12) (2001) 1477–1483.
- [5] FUADI Z. et al., "Effect of contact stiffness on creep-groan occurrence on a simple caliper–slider experimental model", Proceedings of ICSV15, Korea, 2008.