

# CÁLCULO DE VELOCIDADE PARA VEÍCULOS EQUIPADOS COM SISTEMAS DE FREIOS ABS

Wilson Toresan Jr. – Perito Criminal  
Instituto Geral de Perícias - RS  
wilson-toresan@igp.rs.gov.br

## RESUMO

*Um veículo equipado com um sistema de freios convencionais, durante uma situação de desaceleração de emergência, produzirá marcas de frenagem sobre a pista. Conhecendo o comprimento das marcas de frenagem (d) e usando um coeficiente de atrito médio ( $\mu$ ) “adequado” para a pista, o exame pericial pode determinar a quantidade de Energia Cinética transformada em Trabalho durante o processo de desaceleração. As características funcionais do sistema de frenagem ABS são diferentes do sistema convencional de frenagem. Como resultado, o processo de desaceleração e a morfologia das marcas de frenagem produzidas no pavimento também serão diferentes. Este trabalho tem como objetivo estudar a dinâmica do movimento e os vestígios produzidos pelos veículos equipados com o sistema de frenagem antibloqueio de rodas (ABS) e como interpretá-los para proceder com o cálculo de velocidade, baseado no seu particular processo de desaceleração.*

## 1.0 INTRODUÇÃO

Um veículo equipado com um sistema de freios convencionais, durante uma situação de desaceleração de emergência, produzirá marcas de frenagem sobre a pista.

Conhecendo o comprimento das marcas de frenagem (d) e usando um coeficiente de atrito médio ( $\mu$ ) “adequado” para a pista, o exame pericial pode determinar a quantidade de Energia Cinética transformada em Trabalho durante o processo de desaceleração.

O resultado é a obtenção da tradicional fórmula para cálculo de velocidade (v), também conhecida como equação de Torricelli:

$$v_f^2 = v_i^2 - 2 \times a \times d \quad (1)$$

onde “a” é a desaceleração do veículo no processo de frenagem; “ $v_f^2$  e  $v_i^2$ ” são as velocidades após e antes do processo de desaceleração e “d” é a distância medida de desaceleração (marcas de frenagem).

A desaceleração (a) é calculada como:

$$a = f \times g \quad (2)$$

onde “f” é o fator de arrasto e “g” é a aceleração devido ao campo gravitacional.

O fator de arrasto é função do coeficiente de atrito ( $\mu$ ) entre o pneu do veículo e da inclinação ( $G$ ) da pista onde o processo de desaceleração por frenagem ocorre, ou seja:

$$f = \mu \pm G \quad (3)$$

A determinação do coeficiente de atrito<sup>18</sup> ocorre de forma experimental com a utilização de acelerômetros, *drag sleds* ou, mais diretamente, medindo-se a velocidade do veículo com radares e o comprimento das marcas de frenagem produzidas. Valores tabelados para os mais diversos tipos de veículos e de pavimentos também podem ser encontrados na literatura de acidentes de trânsito<sup>3</sup>.

Os sistemas de segurança ativa para os ocupantes dos veículos automotores têm avançado de forma extraordinária. Entre os recursos surgidos, pode-se destacar o sistema de frenagem antibloqueio de rodas (ABS).

As características funcionais do sistema de frenagem ABS são diferentes do sistema convencional de frenagem. Como resultado, o processo de desaceleração e a morfologia das marcas de frenagem produzidas no pavimento também serão diferentes.

Tais diferenças têm gerado discussões entre os profissionais que trabalham com reconstrução de acidentes de trânsito sobre como interpretar os vestígios produzidos por veículos que possuem o sistema ABS de freios e como proceder o cálculo de velocidade destes.

Este trabalho tem como objetivo estudar, através de pesquisa bibliográfica e de experiências vividas em locais de acidentes de trânsito, a dinâmica do movimento e os vestígios produzidos pelos veículos equipados com o sistema de frenagem antibloqueio de rodas (ABS) e como interpretá-los para proceder com o cálculo de velocidade, baseado no seu particular processo de desaceleração.

## 2.0 HISTÓRIA DO SISTEMA DE FREIO ABS

O sistema ABS (Antilock Brake System, Sistema de Freios Antitravamento, em inglês) surgiu no início do século XX no setor de transporte ferroviário, onde o desempenho de freios era precário. Depois foi a vez da indústria aeronáutica adotar o sistema. Nas décadas de 1950 e 1960, alguns veículos artesanais já utilizavam um sistema antibloqueio das rodas mecânico até que, na década de 1970, fosse utilizado pela primeira vez num veículo produzido em série um sistema antibloqueio das rodas eletrônico<sup>5, 6, 7, 8, 9</sup>.

Introduzido no mercado brasileiro em 1991, apenas 11% dos carros nacionais são equipados com o Sistema Antibloqueio de Frenagem. Entretanto, este é um dos equipamentos mais comuns na indústria automobilística. Já utilizado há 25 anos na Europa, o freio ABS equipa 100% dos veículos produzidos desde o ano 2004. Nos Estados Unidos, 74% dos carros já saem de fábrica com este sistema<sup>4</sup>.

### 3.0 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE FREIO ABS

O ABS (sistema antibloqueio de rodas) é um dispositivo combinado com o sistema de freios convencional, que impede o bloqueio total das rodas, permitindo melhorar o controle e a estabilidade do veículo durante a freada, otimizar, em alguns casos, o espaço de frenagem e usufruir plenamente da aderência de cada pneu. Uma central eletrônica recebe os sinais provenientes das rodas, localiza quais tendem a travar-se e envia um sinal à central eletrohidráulica para reduzir, manter ou aumentar a pressão nos cilindros de comandos dos freios de maneira a evitar o bloqueio.<sup>4, 5, 6, 7, 8, 9</sup>

O sistema de freio do tipo ABS pode trabalhar com discos nas quatro rodas ou então discos na dianteira e tambores na traseira. Hoje, os sistemas de freio mais comuns são - no Brasil e exterior - aqueles com discos na dianteira e tambores na traseira.

Em condições extremas, como lamaçais ou areia fofa, o ABS tem praticamente nenhuma utilidade.

A interferência do sistema de ABS dá-se de maneira independente nas rodas. Além de fazer constantemente sua auto-diagnose, o sistema permite que, em caso de pane total do sistema elétrico, as funções do freio convencional sejam mantidas inalteradas, evitando assim riscos de perda dos freios caso o sistema ABS não esteja em funcionamento.

### 4.0 CONCEITOS FÍSICOS DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE FREIO ABS<sup>2, 11</sup>

A força de atrito (F) entre um pneu e uma superfície de contato é uma função dependente da velocidade do veículo (u) e da velocidade angular do pneu ( $\omega$ ), existindo, também, outras variáveis que influenciam (F) significativamente, como a pressão e as características do pneu e da superfície de rolamento. Determinou-se empiricamente<sup>2</sup> que:

$$F = \mu.(u,\omega).N \quad (4)$$

considerando-se condições de laboratório onde as variáveis (u) e ( $\omega$ ) são constantes. A variável (N) é a força normal da superfície de contato sobre o pneu, sendo constante apenas se a aceleração do veículo for nula.

A velocidade do centro geométrico do pneu (w) é calculada como:

$$w = \omega.R \quad (5)$$

onde (R) é o raio efetivo do pneu. (w) e será igual a (u) quando a aceleração do veículo (a) for nula. Neste caso, nenhuma área de contato do pneu com a superfície estará deslizando. A taxa de deslizamento (s) entre o pneu e a superfície pode ser calculada como:

$$s \equiv \frac{u - w}{u} \quad (6)$$

O valor de  $s$  pode variar de zero (sem deslizamento) até o valor de 1 (nos casos de frenagem de emergência, onde o pneu está bloqueado e deslizando sobre a superfície).

Experimentalmente, Denny<sup>2</sup> verificou que  $(\mu)$  possuía uma relação direta com  $(s)$ , conforme mostra a figura 1.

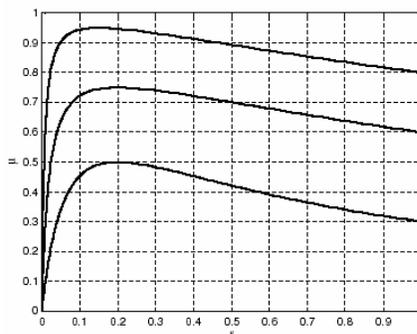


Figura 1. Coeficiente de atrito  $(\mu)$  versus taxa de deslizamento  $(s)$ .  $(s_p, \mu_p, \mu_1) = (0.15, 0.95, 0.80)$ ,  $(0.20, 0.75, 0.60)$  e  $(0.20, 0.50, 0.30)$ .

Na figura 1 encontra-se valores obtidos para frenagem em asfalto, sendo a curva superior para asfalto seco e a inferior para asfalto molhado.  $(\mu(s))$  varia de zero até o seu valor de pico  $(\mu_p)$ , quando então decresce até o valor  $(\mu_1)$ , onde as rodas do veículo estão bloqueadas e deslizando.

Os dados obtidos na figura 1 indicam que  $(\mu)$  varia dinamicamente durante o acionamento do sistema de frenagem do veículo. Percebe-se também que a situação em que as rodas ficam bloqueadas não é a situação ótima de frenagem, pois  $(\mu_1) < (\mu_p)$ . Um sistema ótimo de frenagem deveria fornecer um valor para  $(\mu)$  com o maior período de tempo possível perto de  $(\mu_p)$ , que é o caso de sistemas de freio ABS. No sistema de frenagem comum o valor de  $(\mu)$  permanece com valores próximos a faixa de  $(\mu_1)$ .

Experimentos tem demonstrado que, para frenagem em asfalto, a distância de frenagem para veículos dotados de sistemas ABS é menor do que para sistemas comuns de frenagem de um fator  $(\mu_1)/(\mu_p)$ . A figura 1 demonstra que o sistema ABS é mais efetivo para superfícies com asfalto molhado do que seco.

Atualmente, sofisticados algoritmos matemáticos e sistemas eletrônicos são desenvolvidos para que os sistemas de frenagem atinjam o estado ótimo.

## 5.0 RESULTADOS EXPERIMENTAIS OBTIDOS PARA VEÍCULOS EQUIPADOS COM SISTEMAS DE FREIOS ABS

Wang et al.<sup>11</sup> e Wright<sup>10</sup> obtiveram alguns resultados experimentais interessantes que foram divulgados em seus trabalhos publicados. Os resultados são apresentados e discutidos a seguir. Percebe-se uma coerência entre ambos os resultados e as conclusões obtidas por estes pesquisadores.

Em agosto de 2003, Wang et al.<sup>11</sup> realizou uma série de experimentos em um automóvel Mitsubishi Virage Sedan ano 2000, equipado com um sistema de freios ABS da marca Bosh.

O automóvel era acelerado até as velocidades de 30km/h, 50km/h e 70km/h sobre dois pavimentos (chamados de A e B) em nível e constituídos por asfalto em boas condições de tráfego, quando eram submetidos a uma frenagem total até o veículo imobilizar-se. Para medir as distâncias de desaceleração utilizou-se um quinta roda acoplada ao veículo e foram medidas diretamente sobre os pavimentos as marcas de frenagem produzidas. Os resultados são mostrados na tabela 1.

Foram registradas fotografias das marcas de frenagem a distâncias de 3m a 5m destas, em ângulos de 15 a 30 graus e direção oposta a do movimento do carro, mostradas nas figuras 2 e 3.

Wang et al.<sup>11</sup> a partir dos experimentos realizados conclui que:

- a) a produção ou não de marcas dependerá de condições particulares;
- b) variáveis como velocidade, temperatura, tipo de pavimento, tipo de pneus e de sistema ABS devem influenciar no tipo de marca produzida;
- c) as marcas produzidas por ABS poderão ser descontínuas (pouca pressão aplicada) ou contínuas (pressão máxima aplicada), mas em ambos os casos fracas;

Tabela 1: Resultados obtidos por Wang et al.<sup>11</sup>. Os comprimentos entre ( ) são marcas mais escuras registradas no fim da desaceleração.

pavimento	velocidade (km/h)	tempo de frenagem (s)	distância de frenagem (m)	distância de frenagem (m) medição direta			
				quinta roda	DE	DD	TE
A	30	1.66	4.76	(0.50)	(0.75)	---	---
A	30	1.73	4.58	(0.42)	(1.03)	---	---
A	30	1.55	4.75	(0.22)	(0.33)	---	---
A	50	2.34	11.65	9.17 (0.2)	(0.15)	---	---
A	50	2.22	11.86	9.06 (0.2)	---	---	---
A	50	1.93	11.65	8.77 (0.4)	---	---	---
A	70	2.71	21.79	18.31	---	---	---
A	70	2.63	21.79	15.24 (0.22)	---	---	---
A	70	2.82	21.59	17.36 (0.22)	(0.29)	---	---
B	30	1.69	4.37	(0.30)	(0.51)	---	---
B	30	1.67	4.39	(0.30)	(0.35)	---	---
B	30	1.77	4.70	---	(0.26)	---	---
B	50	2.26	11.51	---	---	---	---
B	50	2.21	11.36	---	---	---	---
B	50	2.25	11.49	(1.63)	---	---	---
B	70	2.88	21.73	---	18.19	---	---
B	70	2.65	21.34	(0.25)	18.9 (0.3)	---	---
B	70	2.82	21.63	19.39	19.39	---	---

- d) as marcas são mais escuras no fim de seu comprimento;
- e) as marcas fracas produzidas podem ocorrer apenas no fim, ao longo de todo comprimento e uma combinação destas duas. Possuem aparência de menor visibilidade que àquelas produzidas por um sistema de frenagem comum e desaparecem 24 horas depois;
- f) a melhor visualização das marcas a olho nu é obtida utilizando-se como direção de observação aquela oposta ao movimento do veículo, sendo difícil a visualização em outras direções ou sobre as marcas;
- g) as marcas visualizadas e medidas são menores que as indicadas pela quinta roda, desta forma a velocidade calculada seria menor que a real;
- h) técnicas de fotografia, fotogrametria e processamento de imagens digitais podem ser utilizadas para localizar e mensurar as marcas de frenagem produzidas por veículos equipados com sistema de freios ABS;
- i) técnicas que aumentam o contraste da imagem da frenagem com o pavimento podem ser uma solução prática e de baixo custo. Um ajuste nos histogramas das escalas de distribuição dos valores de cinza pode ser usado, como mostrado nas figuras 2 e 3.

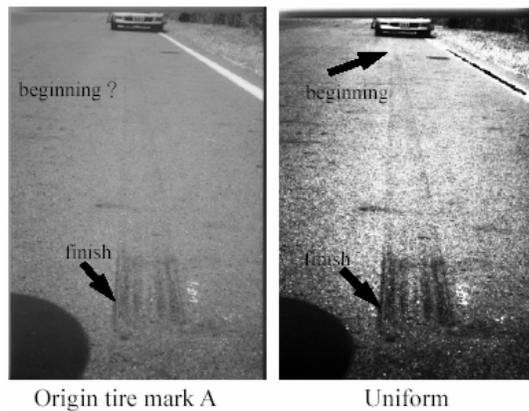


Figura 2. Comparação das marcas antes e depois da técnica de visualização.

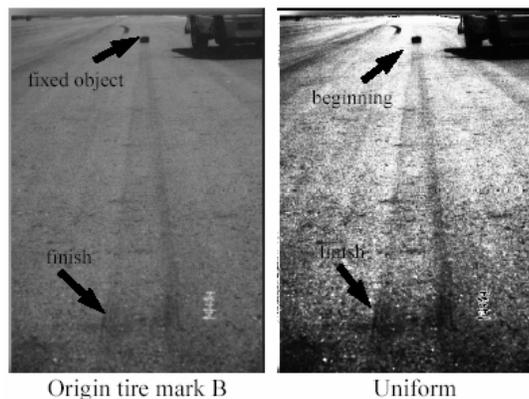


Figura 3. Comparação das marcas antes e depois da técnica de visualização.

Wright<sup>10</sup> constatou que, embora muitos dados de desaceleração de veículos equipados com o sistema ABS haviam sido colecionados e publicados, muito pouco havia sido escrito sobre a identificação de vestígios produzidos por freios ABS nas superfícies das vias em geral.

Em abril de 1995, Wright<sup>10</sup> realizou experimentos para ver que tipo de vestígios a frenagem por ABS deixaria.

Dois veículos equipados semelhantemente foram testados em cada superfície. Ambos eram da marca Chevrolet, modelo Caprice 1993. Um possuía o sistema de freio ABS desativado. Em cada local, o veículo era freado com travamento de rodas para parar e o outro era parado com o auxílio máximo do ABS. A faixa de velocidades do teste era de 32 a 80 km/h. Cada veículo era equipado com um sistema de aquisição de aceleração “g-Analíst” para coletar dados comparativos de frenagem. As velocidades de teste foram registradas por radar. Todas as marcas na pista e as bandas de rodagem dos pneus foram fotografadas. Neste trabalho, optou-se por mostrar apenas quatro dos dez experimentos realizados por Wright<sup>10</sup>, pela sua maior relevância. A seguir são mostrados estes resultados.

1º. Experimento – Pavimento asfáltico seco, novo e com pouco uso

Velocidade imposta pelo veículo com ABS: 66 km/h

Velocidade imposta pelo veículo com ABS desativado: 68 km/h



Figura 5. Marcas produzidas por veículo com ABS ativado.

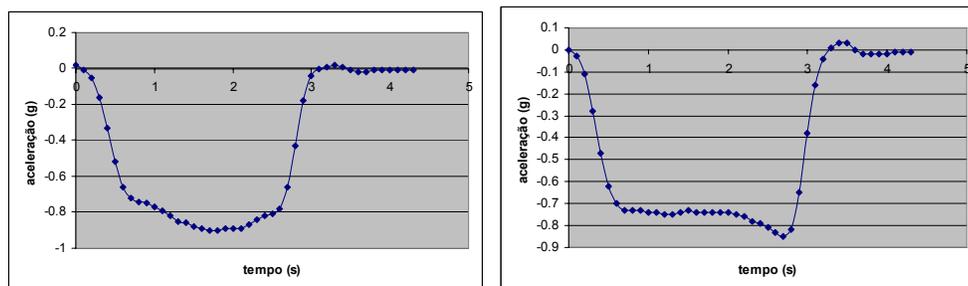


Figura 6. Registros das desacelerações dos veículos com ABS e com ABS desativado, respectivamente.

Da figura 6, calcula-se os coeficientes de atrito médio:

Veículo com ABS:  $\mu = 0,83 \pm 0,06$

Veículo com ABS desativado:  $\mu = 0,75 \pm 0,04$

Tabela 2. Comprimentos de frenagem medidos para as rodas dos veículos com ABS e com ABS desativado.

Veículo com ABS			
MARCAS DE FRENAGEM (m)			
DE	DD	TE	TD
24,2	24,5	21,2	21,4

Veículo com ABS desativado			
MARCAS DE FRENAGEM (m)			
DE	DD	TE	TD
23,6	27,0	23,0	24,0

2º. Experimento – Pavimento asfáltico com água

Velocidade imposta pelo veículo com ABS: 53 km/h

Velocidade imposta pelo veículo com ABS desativado: 50 km/h



Figura 7. Marcas produzidas por veículo com ABS ativado.

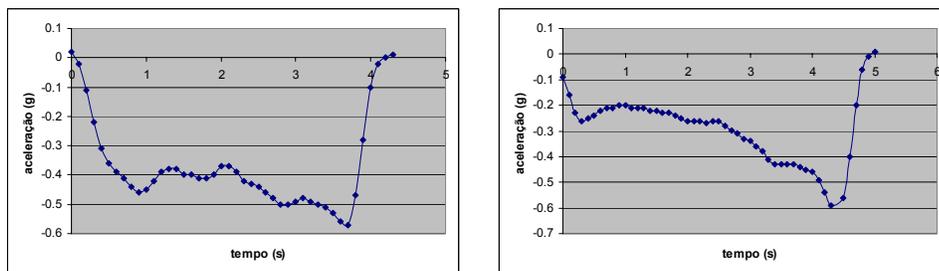


Figura 8. Registros das desacelerações dos veículos com ABS e com ABS desativado, respectivamente.

Da figura 8, calcula-se os coeficientes de atrito médio:

Veículo com ABS:  $\mu = 0,44 \pm 0,05$

Veículo com ABS desativado:  $\mu = 0,31 \pm 0,10$

Tabela 2. Comprimentos de frenagem medidos para as rodas dos veículos com ABS e com ABS desativado.

Veículo com ABS			
MARCAS DE FRENAGEM (m)			
DE	DD	TE	TD
29,5	28,8	26,6	25,8

Veículo com ABS desativado			
MARCAS DE FRENAGEM (m)			
DE	DD	TE	TD
40,0	39,6	37,0	39,7

3º. Experimento – Pavimento com pedra compactada (brita)

Velocidade imposta pelo veículo com ABS: 51,5 km/h

Velocidade imposta pelo veículo com ABS desativado: 48,2 km/h



Figura 9. Marcas produzidas por veículo com ABS ativado e desativado, respectivamente.

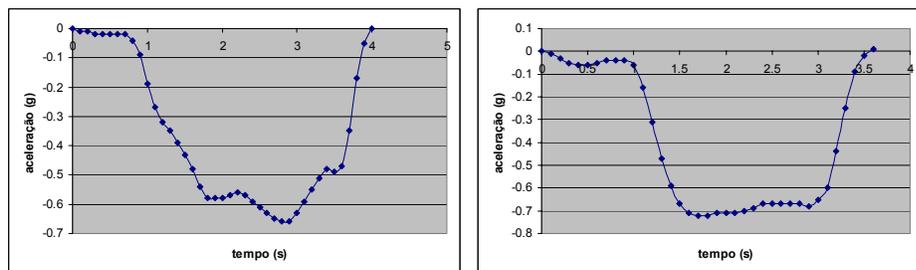


Figura 10. Registros das desacelerações dos veículos com ABS e com ABS desativado, respectivamente.

Da figura 10 calcula-se o coeficiente de atrito médio:

Veículo com ABS:  $\mu = 0,58 \pm 0,06$

Veículo com ABS desativado:  $\mu = 0,69 \pm 0,02$

Tabela 3. Comprimentos de frenagem medidos para as rodas dos veículos com ABS e com ABS desativado.

Veículo com ABS			
MARCAS DE FRENAGEM (m)			
DE	DD	TE	TD
20,0	20,2	17,0	17,2

Veículo com ABS desativado			
MARCAS DE FRENAGEM (m)			
DE	DD	TE	TD
15,9	16,0	13,0	13,0

4º. Experimento – Pavimento com grama

Velocidade imposta pelo veículo com ABS: 66 km/h

Velocidade imposta pelo veículo com ABS desativado: 61 km/h



Figura 11. Marcas produzidas por veículo com ABS ativado e desativado, respectivamente.

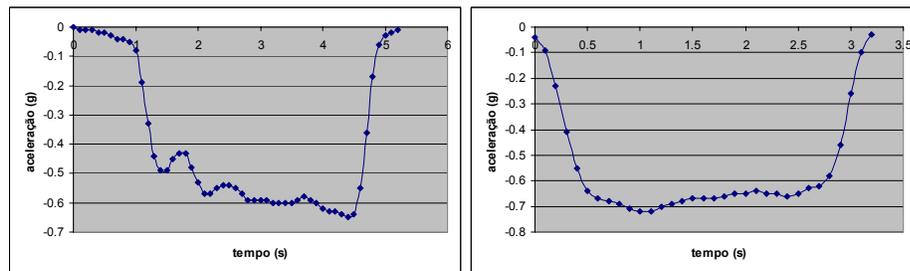


Figura 12. Registros das desacelerações dos veículos com ABS e com ABS desativado, respectivamente.

Da figura 12 calcula-se o coeficiente de atrito médio:

Veículo com ABS:  $\mu = 0,56 \pm 0,06$

Veículo com ABS desativado:  $\mu = 0,66 \pm 0,02$

Tabela 3. Comprimentos de frenagem medidos para as rodas dos veículos com ABS e com ABS desativado.

Veículo com ABS			
MARCAS DE FRENAGEM (m)			
DE	DD	TE	TD
32,4	32,2	29,3	29,3

Veículo com ABS desativado			
MARCAS DE FRENAGEM (m)			
DE	DD	TE	TD
23,1	28,1	20,2	25,1

A partir dos resultados obtidos, Wright<sup>10</sup> e sua equipe chegaram as seguintes conclusões:

- Em todas as superfícies pavimentadas, as marcas de frenagem produzidas pelo sistema ABS eram de tonalidade mais clara e mais difíceis de ver que as marcas de frenagem comuns, conforme mostra a figura 13;



Figura 13. Marcas de frenagem. Veículo a 80 km/h com ABS ativado e desativado, respectivamente.

- Embora muito menos aparente do que os vestígios de frenagem comuns, todos os testes com ABS realizados em superfície seca deixaram uma marca claramente definida e mensurável;

- Em todos os testes com ABS em superfície seca os pneus exibiam prova conclusiva da frenagem:

a) As superfícies das bandas de rodagem estavam salpicadas com marcas oblongas, orientadas longitudinalmente. Essas marcas eram similares as produzidas por derrapagem, mas menores e orientadas ao longo do eixo do pneu;



Figura 14. Superfícies da banda de rodagem salpicada com marcas oblongas, orientadas longitudinalmente.

b) esses salpicos eram mais aparentes nos pneus dianteiros que nos traseiros.

- Detalhes freqüentemente discerníveis nas marcas de frenagens comuns eram usualmente perdidos nas produzidas por ABS:

a) o comprimento de uma marca individual não era aparente. Por exemplo, as marcas dianteiras eram difíceis de separar das traseiras, exigindo pois a subtração da distância entre-eixos a fim de se obter a extensão correta;

b) o número de sulcos da banda de rodagem não era visível;

- Os vestígios de frenagem com ABS eram mais facilmente vistos se observados no mesmo sentido de deslocamento do veículo, a alguma distância do início e em ângulo mais baixo;

- As marcas produzidas por ABS são vestígios de curta duração. Dos sete testes realizados em superfícies pavimentadas de pouco tráfego apenas duas das marcas foram passíveis de serem medidas 24 horas mais tarde.;

- No único teste tentado em superfície molhada, foi muito mais difícil de interpretar os salpicos nas bandas de rodagem e medir a extensão dos vestígios, conforme mostrado na figura 15.



Figura 15. Único teste tentado em superfície molhada.

O instrumento de medição de desaceleração utilizado por Wright<sup>10</sup>, “g-analyst”, prejudicou a obtenção de alguns valores de pico de desaceleração das curvas apresentadas anteriormente, o que, também, prejudicou parcialmente a análise dos dados obtidos, uma vez que estes valores de pico são os mais importantes para análises das curvas de desaceleração para veículos equipados com sistemas de freio ABS, na obtenção dos valores máximos e mínimos para os coeficientes de atrito<sup>1</sup>. O autor indica a adoção de sistemas mais sofisticados baseados em acelerômetros para a obtenção de dados com maior qualidade, como aqueles produzidos pela Vericom Computers S.A.<sup>13</sup>.

## 6.0 CÁLCULO DE VELOCIDADE PARA VEÍCULOS EQUIPADOS COM SISTEMA DE FREIOS ABS

A pesquisa bibliográfica realizada nos leva a inferir que não existe um consenso entre os estudiosos de acidentes de trânsito em relação a forma de se calcular a velocidade de veículos equipados com sistemas de freio ABS a partir das marcas de frenagem produzidas. Em grupos de discussão sobre o assunto, que ocorrem na *Internet*<sup>15,16,17</sup>, um dos tópicos mais interessantes abordados é a adoção de um fator de ajuste que poderia ser utilizado neste caso, embora, também, não haja um consenso sobre esta metodologia, deixando claro a necessidade de um estudo mais aprofundado.

O eminente pesquisador Negrini<sup>12</sup>, em uma abordagem teórica sobre o assunto, propõe uma expressão para o cálculo de velocidade (v) de veículos que possuem o sistema ABS de freios baseado em suas marcas de frenagem:

$$v = \sqrt{\frac{8}{\pi} \times \mu \times g \times d} \text{ (m/s)} \quad (7)$$

onde a velocidade calculada corresponderia a um valor cerca de 13% maior que o obtido pela fórmula convencional.

Neste trabalho, os resultados experimentais apresentados, juntamente com o estudo dos conceitos físicos de funcionamento dos veículos equipados com o sistema de freio ABS, indicam que a metodologia mais adequada para o cálculo de velocidade, neste caso particular envolvendo sistemas de freio ABS, é a obtenção de informações quantitativas e qualitativas experimentais sobre a curva de desaceleração do veículo e, desta forma, sobre o coeficiente de atrito médio durante a frenagem, os quais poderão variar de acordo com o pavimento, veículo utilizado e destreza do condutor.

## 7.0 CONCLUSÃO

Os sistemas de freios ABS foram desenvolvidos para tornar mais seguro a aplicação do sistema de frenagem em situações de emergência (rodas bloqueadas). Projetado para manter a taxa de deslizamento (s) na faixa de 10% a 30%, produz marcas de frenagem tênues, perenes (24hs) e de difícil localização, tornando complexa a utilização do comprimento das marcas de frenagem nas tradicionais fórmulas de cálculo de velocidade para veículos automotores.

A visualização das marcas de frenagem produzidas por veículos equipados com sistemas ABS necessitam de posicionamento e direcionamento apropriados, consumindo muito tempo de observação e podendo, mesmo assim, gerar medições imprecisas e subestimadas.

A metodologia mais adequada para o cálculo de velocidade para veículos que possuem sistemas de freio ABS, a partir de marcas de frenagem produzidas, é a obtenção de informações quantitativas e qualitativas experimentais sobre a curva de desaceleração do veículo e, desta forma, sobre o coeficiente de atrito médio durante a frenagem, os quais poderão variar de acordo com o pavimento, veículo utilizado e destreza do condutor.

O autor concorda com Wright<sup>10</sup> que ao finalizar seus estudos finaliza comentando que: *“No passado, a compreensão das ações do motoristas e do movimento do veículo eram freqüentemente baseadas nos vestígios de frenagem. Os testes realizados indicam que, com um pouco de esforço, as mesmas informações também estão disponíveis em um vestígio produzido por ABS.”*

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Neptune, J. A.; Flynn, J. E.; Chavez P. A.; Underwood H. W. **Speed from Skids: A Modern Approach**, SAE Technical Paper nº950354.
- [2] Denny, Mark. **The dynamics of antilock brake systems**. European Journal of Physics 26 (2005).
- [3] Fricke, Lynn B.. **Traffic Accident Reconstruction**. Northwestern University Traffic Institute, USA(1990).
- [4] **Bosch do Brasil**. Disponível em: <www.bosch.com.br>. Acesso em 02/04/2007, 16:00.
- [5] **WebMotors**. Disponível em <www.webmotors.com.br>. Acesso em 02/04/2007, 16:00.
- [6] **OficinaCia, Biblia do Carro**. Disponível em: <www.oficinaecia.com.br/bibliadocarro>. Acesso em 02/04/2007, 16:00.
- [7] **Best Cars Web Site**. Disponível em:<www2.uol.com.br/bestcars>. Acesso em 02/04/2007, 16:00.
- [8] **TRW**. Disponível em: <www.trw.com>. Acesso em 02/04/2007, 16:00.

- [9] **San Mathias AutoCenter**. Disponível em: <[www.sanmathias.com.br](http://www.sanmathias.com.br)>. Acesso em 02/04/2007, 16:00.
- [10] **The Traffic Accident Reconstruction Article: Evidence of ABS Scuff Marks on the Roadway** by Bill Wright. Disponível em: <[www.tarorigin.com](http://www.tarorigin.com)>. Acesso em 02/04/2007, 16:00.
- [11] Ying-wei WANG; Jian-da WU and Chao-nan LIN. **Skidmark Pattern and Identification of ABS-Equipped Passenger Car**. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6, pp. 3401 - 3412, 2005.
- [12] Negrini Neto, Osvaldo. **Uma Abordagem Teórica para o Cálculo de Velocidades de Veículos Dotados de Freios ABS**.
- [13] **Vericom Computers, Inc.** Disponível em: <[www.vericomcomputers.com](http://www.vericomcomputers.com)>. Acesso em 02/04/2007, 16:00.
- [14] **Professional Accident Reconstruction Consulting**. Disponível em: <[www.parceng.com](http://www.parceng.com)>. Acesso em 02/04/2007, 16:00.
- [15] National Highway Traffic Safety Administration – U.S. Department of Transportation. NHTSA Light Vehicle Antilock Brake Systems Research Program Task 5, Part 1: **Examination of Drivers' Collision Avoidance Behavior Using Conventional and Antilock Brake Systems on the Iowa Driving Simulator**, August 2000.
- [16] **The Traffic Accident Reconstruction Origin -ARnews- ABS Adjustment Factor**, 1996. Disponível em: [www.tarorigin.com](http://www.tarorigin.com). Acesso em 02/04/2007, 16:00.
- [17] **The Traffic Accident Reconstruction Origin -ARnews- Braking Distances ABS v Conventional Brakes**, 1998. Disponível em: <[www.tarorigin.com](http://www.tarorigin.com)>. Acesso em 02/04/2007, 16:00.
- [18] Florenzo, Valdir e Martello Filho, Rafael Ventura. **Como Medir o Fator de Arrasto com Acelerômetros**.