

INOVAÇÃO NA PERÍCIA DE ACIDENTES DE TRÂNSITO EM SERGIPE

Aplicações de tecnologias modernas de análise de frenagens de veículos automotivos.

Carlos Otávio Damas Martins – carlosmartins@ufs.br

Programa de Pós – Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Sergipe

José Carlos Bizerra Costa Júnior – jrcosta.ufs@gmail.com

Programa de Pós – Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Sergipe

Sabrina Mondadori Boaretto – smboaretto@gmail.com

Programa de Pós – Graduação em Educação Física – Universidade Federal de Sergipe

Anderson Augusto Silva Sales – anderson.augusto@prf.gov.br

Polícia Rodoviária Federal

Diogo Leandro Paiva Ramos – diogo.paiva@prf.gov.br

Polícia Rodoviária Federal

Valdeci Alves do Nascimento – valdeci.alves@prf.br

Polícia Rodoviária Federal

Resumo – Anualmente, 45 mil pessoas morrem no trânsito brasileiro. Dentre as principais causas, destaca-se o excesso de velocidade, associado à imprudência dos condutores. Deste modo, promover a educação no trânsito e responsabilizar os atores no caso da ocorrência de acidentes, tem sido uma das metas da Polícia Rodoviária Federal no Brasil. Neste trabalho, através da parceria com a Universidade Federal de Sergipe, buscou-se o desenvolvimento de metodologias de aplicação do equipamento Vericom VC 4000 Daq. Este equipamento consiste num sistema avançado de registro de acelerações e parâmetros de frenagem. Através da comparação entre metodologias convencionais e avançadas, os resultados mostraram a efetividade do novo sistema na melhoria das atividades periciais no Estado de Sergipe.

Abstract – Every year, forty - five thousand people die in traffic accident in Brazil. In 2015, we had 121.995 accidents in our federal roads, costing more than 3 billion USD. A prior research from Brazilian Federal Highway Police expose that the main accident cause were drivers faults, road defects and vehicular poor integrity. In this sense, due to a cooperation with Federal University of Sergipe, the Federal Police Highway (PRF) has been dedicate efforts in order to educate drivers and identify the main causes and responsible for road accidents in Brazil. In this work, the main task concern about the application of Vericom VC 4000 accelerometer for break analysis. In comparison with conventional procedure, the results showed the efficiency of the accelerometer in promote better forensic analysis for traffic accidents in Sergipe.

1 INTRODUÇÃO

Segundo os dados do Ministério da Saúde (MS), os acidentes de trânsito matam mais de 45 mil pessoas por ano, representando uma das principais causas de morte no Brasil. Dentre estes, os acidentes nas rodovias federais respondem por cerca de 20% das mortes (8.227 mortes em 2014) e cerca de 26 mil feridos graves por ano, com fortes impactos sobre o orçamento público e a renda das famílias atingidas [1, 2].

Estudos preliminares mostraram que as principais causas de acidentes rodoviários no Brasil, são:

- 1) Imprudência dos condutores (Embriaguez, excesso de velocidade, telefone...);
- 2). Más condições das vias e estradas;
- 3) Más condições dos veículos [3, 4].

Anualmente, estes acidentes arruinam famílias e custam mais de 40 milhões de reais aos cofres públicos. Estes gastos estão associados à assistência médica, fiscalização de trânsito e reparos nas vias (Figura 1).

Figura 1: Ações da PRF no combate aos acidentes de trânsito.



Em razão da gravidade dos problemas associados aos acidentes, a implementação de esforços para conter e reverter a tendência crescente de fatalidade nesse tipo de ocorrência é prioridade nas instituições públicas responsáveis pela gestão do trânsito. Neste sentido, a redução da violência no trânsito tem sido uma das principais preocupações da Polícia Rodoviária Federal (PRF), estando essa meta definida no seu mapa estratégico.

A 20ª Superintendência Regional de Polícia Rodoviária Federal, situada no Estado de Sergipe, tem atuado em várias frentes, envidando todos os esforços para a redução do número e da gravidade dos acidentes de trânsito. Nesse contexto, a PRF, por meio do Grupo de Investigação de Acidentes de Trânsito desta regional (GIAT/SE) firmou uma parceria de cooperação com o Laboratório de Análise de Integridade Estrutural do Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Sergipe (LAIES / UFS). Esta parceria visa o compartilhamento de conhecimentos e tecnologias com vistas para o combate à violência no trânsito e a melhoria dos serviços e atividades periciais em Sergipe. Durante o ano de 2017, foram realizadas atividades de ensino e pesquisa, as quais resultaram na publicação de trabalhos científicos e na aproximação entre os grupos e colaboradores (Figura 2).

Figura 2: Momentos da Parceria UFS – PRF em 2017. a) Reunião entre o Superintendente da PRF e o excelentíssimo Reitor da UFS, durante a visita do Prof. Pedro Portella, diretor do Departamento de Materiais do Instituto BAM – Alemanha. b) Palestra ministrada pela Agente Marina Higa durante às atividades da disciplina de Introdução à Engenharia de Materiais na UFS.



Este trabalho, visa destacar a inovação alcançada através dos esforços conjuntos, a partir da introdução de tecnologias modernas de análise e caracterização de materiais e componentes automotivos, com vistas para a melhoria das metodologias adotadas na atividade pericial. Atenção especial foi dada para a análise da dinâmica da investigação de acidentes de trânsito, a partir da utilização do equipamento acelerômetro Vericom VC4000 Daq, recentemente adquirido pela PRF. Atualmente, nas reconstruções de acidentes de trânsito realizadas no GIAT/SE para confecção dos Laudos Periciais, são utilizadas tabelas de coeficientes de atrito trazidas de publicações internacionais. Tais tabelas nem sempre correspondem à realidade das rodovias federais Brasileiras, resultando em laudos incompletos. A aquisição e implementação desta tecnologia, promoverá uma melhoria nos serviços de perícia e elaboração de laudos periciais, através da melhor determinação das velocidades de tráfego de veículos envolvidos em acidentes.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A determinação da velocidade de tráfego (anterior à frenagem) de um veículo automotor, envolvido em um acidente de trânsito, é de fundamental importância para a determinação da responsabilidade dos envolvidos. Neste sentido, diversas metodologias têm sido desenvolvidas, com base na análise dinâmica do acidente [3, 5, 6].

Em geral, um veículo equipado com sistema de freios convencionais, durante uma frenagem de emergência, produzirá marcas de frenagem sobre a pista [3].

A partir da medição do comprimento das marcas de frenagens (d) e a partir da utilização de valores conhecidos de coeficiente de atrito da pista (μ), podemos calcular a velocidade antes da frenagem (V_i), com base na equação 1:

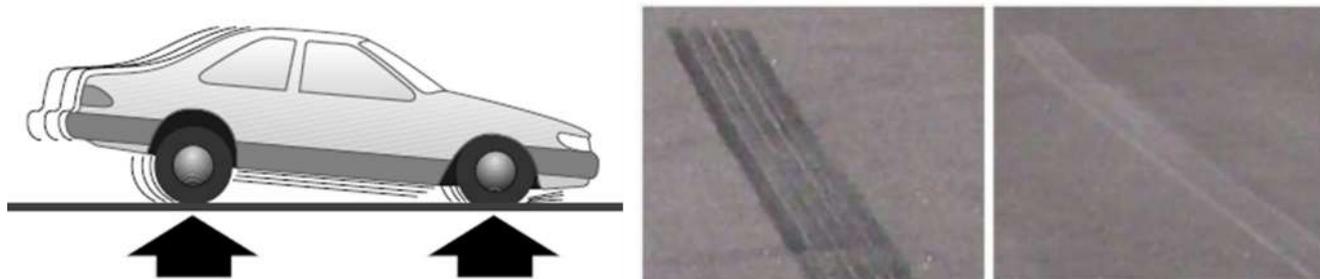
$$V_i = \sqrt{V_f^2 + 2 * a * d} \text{ (Equação 1)}$$

Onde, V_f é a velocidade final ($V_f = 0$), a é a desaceleração do veículo ($a = f \times g$, sendo f o coeficiente de arrasto e g a aceleração da gravidade). O Coeficiente de arrasto é obtido em função do coeficiente de atrito (μ) e da inclinação da pista (G) onde ocorre a frenagem ($f = \mu \pm G$).

O coeficiente de atrito é um valor que descreve a proporção da força de fricção entre dois corpos e a força que os pressiona. O coeficiente pode ser do tipo estático, quando os objetos estão parados um em relação ao outro, ou dinâmico, quando os objetos estão em movimento.

Através da análise do coeficiente de atrito entre o pneu e o pavimento podemos, por exemplo, ter conhecimento sobre a eficiência de frenagens, a estabilidade dos veículos em curvas e o comportamento dos mesmos nas colisões. No trânsito veicular, tem-se uma variação do coeficiente de atrito devido a diversos fatores. Podemos citar as alterações no tipo de pavimento, as condições ambientais, as condições dos rodados dos veículos, a presença de detritos na via, as variações de temperatura, as variações de velocidade dos veículos, entre outras situações (Figura 3) [3 – 9].

Figura 3: Exemplo da dinâmica do sistema de frenagem e das marcas deixadas pelo atrito entre os pneus e a via em veículos sem e com sistema de freio ABS.



Atualmente, diversos métodos são utilizados para a determinação do coeficiente de atrito pneu-pavimento. Entre os utilizados podemos apontar o uso de radares, medidores de atrito e acelerômetros [8].

Contando com recursos do Poder Judiciário do Estado de Sergipe, o GIAT/SE adquiriu dois equipamentos acelerômetros modelo VC 4000 Daq da Vericom. Juntamente com os equipamentos, foi realizado um curso intensivo de treinamento, ministrado pelo GM da Vericom, Eng. Todd Schaeffer. Além dos agentes da PRF (de Sergipe e de outros Estados), o treinamento contou com a presença de agentes de trânsito da SMTT e pesquisadores do LAIES/UFS. O Vericom VC 4000 trabalha para verificar os coeficientes de arrastamento do veículo, e de desaceleração, possibilitando obter a real desaceleração do veículo no momento da frenagem em um determinado acidente.

O sistema consiste em um acelerômetro triaxial com 16 bits de resolução, data logger, e taxa de aquisição de 1000 Hz.

A partir do registro das acelerações, é possível se calcular as velocidades e distâncias percorridas durante a frenagem, assim como o coeficiente de atrito pneu – pavimento. Atualmente, o equipamento é utilizado nas atividades de investigação de acidentes de trânsito pela Guarda Civil Espanhola, pelo IPTM (Institute of Police Technology and Management) e pela Northwestern University, sendo as duas últimas instituições americanas, e todas elas referências mundiais na área de perícia em acidentes de trânsito [4].

2.2 METODOLOGIA

A Tabela 1 apresenta os dados dos equipamentos e sistemas utilizados neste trabalho.

Os ensaios consistiram no monitoramento de frenagens a partir das velocidades iniciais de 30, 50 e 70 km/h.

Os ensaios foram realizados em uma pista com pavimento de asfalto, em ótimas condições de conservação, em período seco. A viatura, dotada de sistema de freios ABS, foi conduzida por um Policial Rodoviário Federal habilitado. Foram coletados os dados de registro de acelerações, medidas do coeficiente de atrito através do Acelerômetro Vericom VC 4000 Daq. Também foram medidas as distâncias de frenagem, para o cálculo do coeficiente de atrito, a partir das velocidades registradas no Acelerômetro.

TABELA 1
DADOS DO VEÍCULO E SISTEMA DE MEDIÇÃO UTILIZADOS NO TRABALHO.

Dados do Trabalho		
Veículo: Renault Fluence (2013/2014) Adaptado para a PRF.		
Condutor:	Anderson Sales (Policial Rodoviário Federal)	
	Manual:	Trena de medição (PRF)
Sistema de	Eletrônico:	Acelerômetro Vericom VC 4000 DAQ
Medição	Frequência de Aquisição de dados:	100 Hz
	Modo de aquisição:	Brake

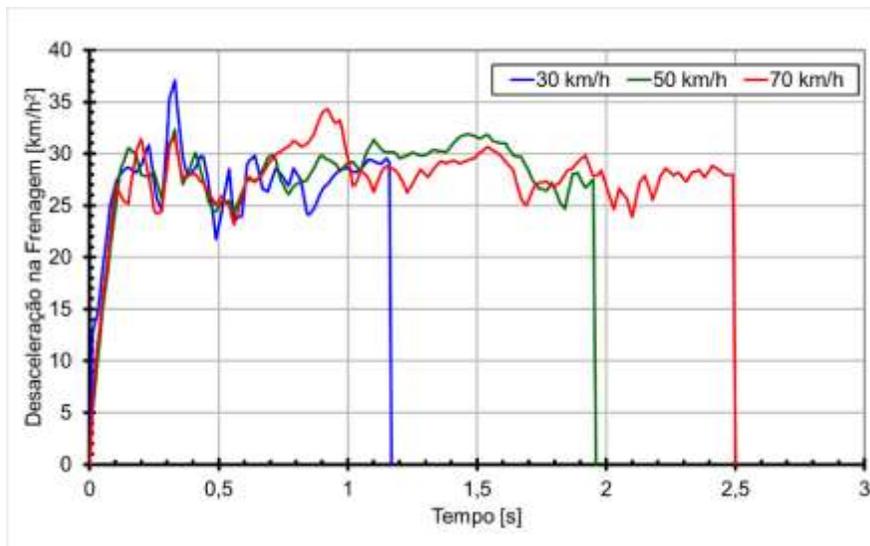
Figura 4: Visualização da viatura da PRF, equipada com o sistema Vericom VC 4000 Daq.



3 RESULTADOS

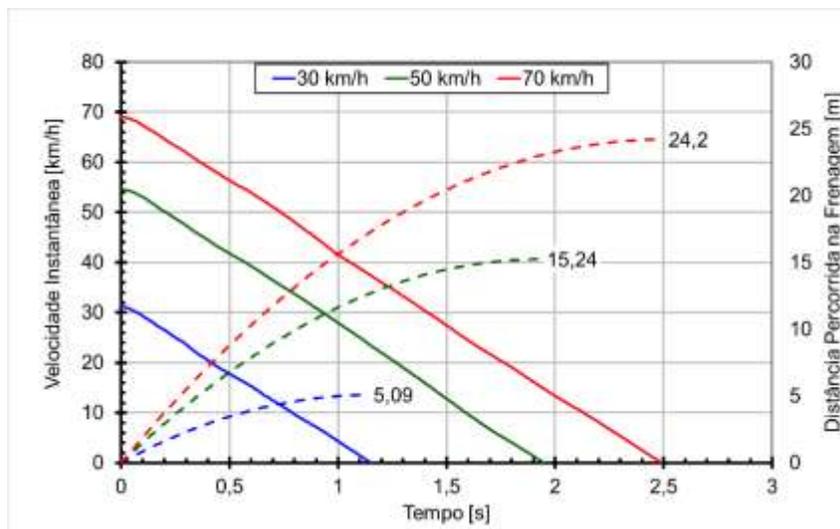
Através do registro de dados pelo equipamento acelerômetro, foi possível registrar instantaneamente os valores de desaceleração na frenagem (Figura 5). Percebe-se que, apesar da variação do tempo de parada, o perfil de desaceleração apresenta-se semelhante para as diferentes velocidades de tráfego.

Figura 5: Desacelerações medidas durante as frenagens a partir de diferentes velocidades.



A Figura 6 apresenta a comparação entre os valores de distância e velocidade instantânea durante os processos de frenagens. Percebe-se que, à medida que se eleva a velocidade de tráfego, as distâncias necessárias para a parada total do veículo crescem consideravelmente. Este entendimento é imprescindível para a manutenção da segurança no trânsito, uma vez que serve de base para a determinação dos limites de velocidade em rodovias, assim como para a tipificação de infrações de trânsito.

Figura 6: Variações de velocidades e distâncias durante os processos de frenagens.

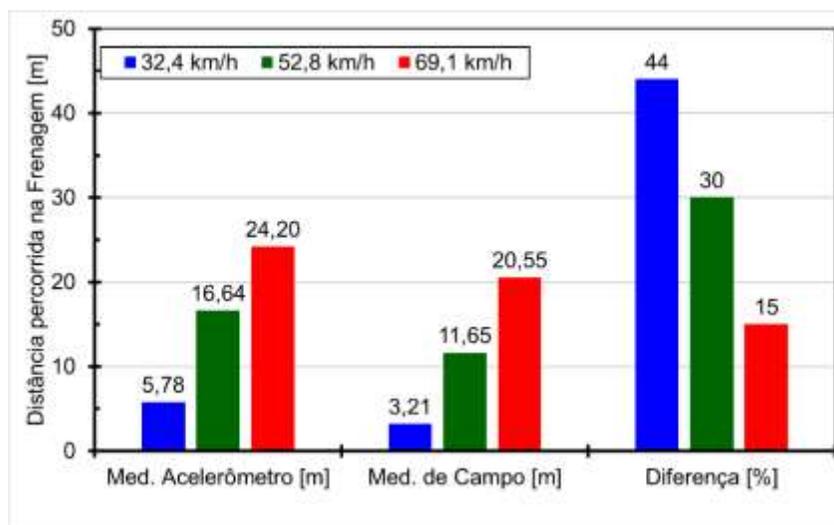


A Figura 7 apresenta uma comparação entre as distâncias obtidas através do Acelerômetro e das Medições de Campo.

Percebe-se que, para as baixas velocidades, as diferenças são maiores, uma vez que as evidências das marcas de frenagens tornam-se cada vez menos perceptíveis. Adicionalmente, é importante considerar que o acelerômetro registra o processo desde o momento em que o condutor aciona os freios, o qual, muitas vezes difere do início do processo de atrito entre o pneu – pavimento. O processo de atrito pneu – pavimento, necessário para a parada do

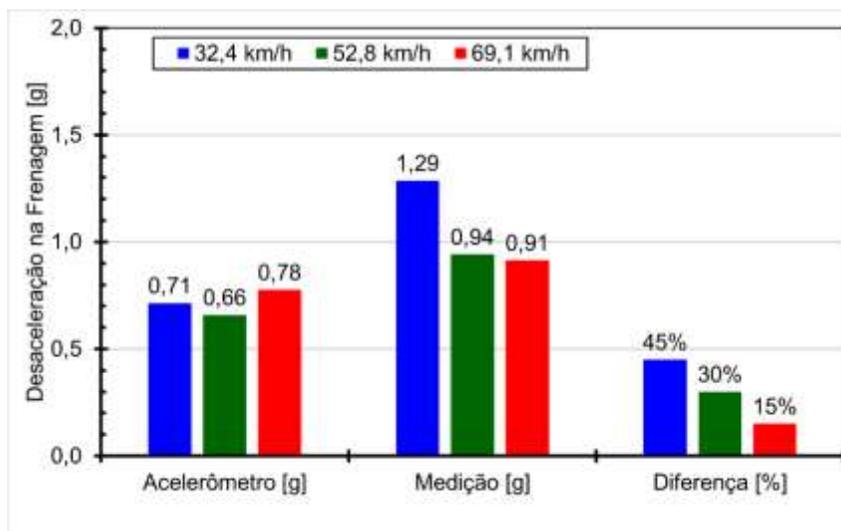
veículo, é responsável pela geração das chamadas marcas de frenagem no pavimento, as quais são utilizadas para as medições das distâncias de frenagem em campo.

Figura 7: Comparação entre as distâncias obtidas através do Acelerômetro e das Medições de Campo.



A Figura 8 apresenta uma comparação entre as desacelerações calculadas através dos dados do acelerômetro e das medições de campo das distâncias de frenagem. Mais uma vez, percebe-se diferenças significativas para os valores obtidos, os quais resultam em imprecisões para o cálculo final das velocidades obtidas a partir de dados de campo, gerando divergências no Laudo Pericial Final.

Figura 8: Comparação entre as desacelerações calculadas através do Acelerômetro e das Medições de Campo.



O processo de inovação tecnológica consiste em uma série de fases necessárias para que se implementem melhorias ou se desenvolva um novo processo produtivo, produto ou serviço.

Percebe-se neste trabalho é que, através do uso de equipamentos modernos de medição, torna-se possível o desenvolvimento de metodologias mais confiáveis de análise pericial em acidentes de trânsito.

A constatação das diferenças entre as distâncias registradas através do acelerômetro e as evidências encontradas em campo, permite o desenvolvimento de metodologias avançadas de registro de evidências, buscando a correção entre os valores medidos e reais de distâncias e coeficiente de atrito. Lembrando que, com base na Equação 1, a determinação da velocidade anterior à frenagem, depende diretamente do conhecimento dos coeficientes de atrito entre pneu e pavimento, assim como da medição adequada da distância percorrida durante a frenagem.

A fim de elucidar o exposto neste trabalho, a Figura 9, demonstra uma relação de consequências associadas ao excesso de velocidade e a ocorrência de acidentes de trânsito [10].

É importante conscientizar a população que as relações entre a velocidade de tráfego e as distâncias de parada, podem ser um diferencial entre a vida e a morte de pedestres e passageiros envolvidos em acidentes de trânsito. Neste sentido, elevar o grau de confiabilidade destes dados, tem sido objeto de estudos e desenvolvimentos cooperativos entre os Pesquisadores do LAIES / UFS e os Peritos do GIAT / PRF.

Figura 9: Consequências do excesso de velocidade na ocorrência de acidentes de trânsito.



4 CONCLUSÕES

Através do estabelecimento de uma parceria cooperativa entre o LAIES / UFS e o GIAT / PRF, este trabalho visou o desenvolvimento de metodologias mais confiáveis de avaliação de acidentes de trânsito, através da utilização de equipamentos modernos de registro de dados.

A análise comparativa entre os resultados de campo e as medidas realizadas através do Acelerômetro, demonstraram a contribuição do equipamento para a melhoria dos serviços e atividades periciais de acidentes de trânsito.

Os resultados mostraram as divergências entre as metodologias convencionais e a realizada com a utilização do equipamento Vericom VC 4000 Daq, onde foram encontradas diferenças de até 45%.

É importante conscientizar a população que as relações entre a velocidade de tráfego e as distâncias de parada, podem ser um diferencial entre a vida e a morte de pedestres e passageiros envolvidos em acidentes de trânsito. Neste sentido, elevar o grau de confiabilidade destes dados, tem sido objeto de estudos e desenvolvimentos cooperativos entre os Pesquisadores do LAIES / UFS e os Peritos do GIAT / PRF. O objetivo desta parceria é difundir e avançar no conhecimento e habilidades na área de investigação de acidentes de trânsito, e conseqüentemente, agilizar a entrega por parte da PRF à sociedade, de trabalhos periciais com maior qualidade técnica, colaborando assim na promoção da justiça e no desenvolvimento de políticas e programas de prevenção de acidentes viários.

Apesar de o trabalho estar focado para a melhoria das atividades periciais em acidentes de trânsito, a missão principal da 20ª Superintendência Regional de Polícia Rodoviária Federal é garantir a segurança e a qualidade do trânsito em Sergipe. Este resultado depende também da manutenção da integridade das vias, veículos e da educação dos atores que participam do trânsito (Condutores e Pedestres). Segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 50% dos motoristas excedem os limites de velocidade viárias diariamente. Além da problemática associada à conscientização da população, nosso grupo enfrenta dificuldades orçamentárias, uma vez que as políticas públicas e de fomento científico não priorizam investimentos para às áreas de perícias e segurança veicular.

Com tudo, através dos esforços e sacrifícios conjuntos, muitas perspectivas de estudo se abrem a partir dos resultados obtidos neste trabalho, apontando para a necessidade de se mapear os coeficientes de atritos em diferentes rodovias e estradas nacionais, assim como, para a necessidade de um maior entendimento acerca da influência dos materiais e componentes envolvidos no processo de frenagem e conseqüente acidente de trânsito.

Estes estudos serão objetos de trabalhos futuros, a nível de Pós-Graduação e atividades de Extensão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Poder Judiciário do Estado de Sergipe, assim como à UFS/PROEX e à FAPITEC.

REFERÊNCIAS

IPEA: <http://www.ipea.gov.br>, acessado em: 08/2018.

DNIT: <http://www.dnit.gov.br>, acessado em: 08/2018.

PRF: <https://www.prf.gov.br>, acessado em: 08/2018.

VIANA, RM, “Perícia Física de Acidentes de Trânsito”, TCC, Departamento de Física, UNIR, 2009.

HIGA, ML, et al, “Aplicações da termografia na análise de marcas de frenagem de veículos rodoviários”, 14ª Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos, RJ, Brasil, 2017.

TAO, D, et al, “Review on traffic accident collision speed analysis”, FOREN SCI SEM, 1 (2011).

Tseng, WK, Liao, SX, “Estimation of Vehicle Pre-braking Speed”, Applied Mechanics and Materials, Vol. 151, 2012.

NISKANEN, A. and TUONONEN, AJ., “Three Three-Axis IEPE Accelerometers on the Inner Liner of a Tire for Finding the Tire-Road Friction Potential Indicators”, Sensors 2015.

ROUX C, et al, “The end of the (forensic science) world as we know it? The example of trace evidence”. Philosophical. Transactions B, England, 2015.

ABEID, L, TORT, AC, “As forças de atrito e os freios ABS”, Rev. Bras. Ens. Fís. vol.36, No2, 2014.

VERICOM: <https://www.vericomcomputers.com/> acessado em: 06/2018.

NE – NOTÍCIAS: https://nenoticias.com.br/107910_agentes-da-prf-se-serao-treinados-por-instrutor-norte-americano.html acessado em: 08/2018.

JORNAL NH https://www.jornalnh.com.br/_conteudo/2017/05/noticias/mundo/2107982-excesso-de-velocidade-e-causa-de-1-2-milhoes-de-mortes-por-ano-em-todo-o-mundo.html. acessado em: 08/2018.