

**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE REFERÊNCIA EM FORMAÇÃO E EAD/CERFEAD**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM PERÍCIA DE ACIDENTES DE TRÂNSITO**

**IDENTIFICAÇÃO DA VELOCIDADE DE VEÍCULOS ATRAVÉS DE IMAGENS  
GRAVADAS EM VÍDEO**

**Trabalho de Conclusão**  
**VILSOM DE SOUZA PEREIRA**

**Florianópolis/SC**  
**2017**

**VILSOM DE SOUZA PEREIRA**

**IDENTIFICAÇÃO DA VELOCIDADE DE VEÍCULOS ATRAVÉS DE IMAGENS  
GRAVADAS EM VÍDEO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Centro de Referência em Formação e Ead/CERFEAD do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) como requisito parcial para Certificação do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Perícia de Acidentes de Trânsito.

Orientadores: Denise de Mesquita Corrêa, MSc.  
Tércio Silva Damasceno, Bel.

Florianópolis/SC

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

PEREIRA, VILSON DE SOUZA PEREIRA  
IDENTIFICAÇÃO DA VELOCIDADE DE VEÍCULOS ATRAVÉS DE  
IMAGENS GRAVADAS EM VÍDEO / VILSON DE SOUZA PEREIRA PEREIRA  
; orientação de Denise de Mesquita Corrêa Corrêa.  
- Florianópolis, SC, 2017.  
32 p.

Monografia (Pós-graduação Lato Sensu - Especialização)  
- Instituto Federal de Santa Catarina, Centro  
de Referência em Formação e Educação à Distância  
- CERFEAD. Especialização em Perícia de Acidentes  
de Trânsito. Departamento de Educação à Distância.  
Inclui Referências.

1. Velocidade. 2. Trânsito. 3. Vídeo. I. Corrêa,  
Denise de Mesquita Corrêa. II. Instituto Federal de Santa  
Catarina. Departamento de Educação à Distância. III.  
Título.

**VILSOM DE SOUZA PEREIRA**

**IDENTIFICAÇÃO DA VELOCIDADE DE VEÍCULOS ATRAVÉS DE IMAGENS  
GRAVADAS EM VÍDEO**

Este Trabalho de Conclusão foi julgado e aprovado para a obtenção do título de Especialista em Perícia de Acidentes de Trânsito do Centro de Referência em Formação e Ead do Instituto Federal de Santa Catarina - CERFEAD/IFSC.

Florianópolis, (dia) de (mês) de ano.

.....

Prof. Nilo Otani, Dr.  
Coordenador do Programa

**BANCA EXAMINADORA**

.....

Denise de Mesquita Corrêa, Ma.  
Tércio Silva Damasceno, Bel.

.....

Flavio Castagna de Freitas

.....

Prof. Nome Completo, Titulação

Dedico este trabalho à minha esposa e filhas, que com tanta compreensão me incentivaram e se mantiveram ao meu lado nos momentos árdusos. Por vocês e para vocês que busco sempre o melhor.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer ao Instituto Federal de Santa Catarina e à Polícia Rodoviária Federal por terem oferecido a oportunidade de ampliar meus conhecimentos.

Aos meus orientadores, Prof<sup>a</sup>. Denise de Mesquita Corrêa e ao Prof. Tércio Silva Damasceno, pela orientação segura, confiança e incentivo.

Aos meus pais, por todo carinho, dedicação e instrução ministrados nos primeiros anos de minha vida.

À minha esposa, sempre tão presente e companheira, e as minhas filhas pela meiguice e amor destinados a mim.

Agradeço aos amigos e colegas Paulo Henrique, Kelvia, Ricardo Lis, Luiz Damasio, Diogo Nascimento, Edvandro Mendes, Diogo Ricardo, Nilton Rogério, Hugo Morita, Ramon e Assis, pelas inúmeras contribuições ao bom andamento deste trabalho, além do apoio nas ações necessárias a confecção do vídeo, usado nos cálculos aqui apresentados.

E a todos aqueles que de uma forma ou de outra puderam contribuir para a realização deste trabalho.

Chamamos de ética o conjunto de coisas que as pessoas fazem quando todos estão olhando. O conjunto de coisas que as pessoas fazem quando ninguém está olhando chamamos de caráter.

(Oscar Wilde)

## RESUMO

PEREIRA, Vilsom de Souza. **Identificação da Velocidade de Veículos Através de Imagens Gravadas em Vídeo**. 2017. Trabalho de Conclusão (Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Perícia de Acidentes de Trânsito) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2017.

Com o avanço dos estudos sobre o conteúdo abordado durante o curso de perícia em acidentes de trânsito, percebeu-se que são inúmeras as situações nas quais o perito deve observar rigorosamente as orientações existentes, a fim de que, ao final, o trabalho tenha a credibilidade necessária, para embasar a tomada de decisão pela autoridade judiciária. Verificou-se que podem ser encontradas dificuldades, ao identificar e medir os vestígios necessários, à determinação da velocidade a que os veículos envolvidos no acidente estavam submetidos. Atualmente, é comum termos acesso a vídeos contendo flagrantes de acidentes de trânsito, com riqueza de dados confiáveis, e que podem ser usados para nortear os trabalhos de maneira facilitada. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver um método de cálculo, aproveitando as informações existentes nas imagens gravadas em vídeo. Com as informações contidas nessas imagens, após análise em software adequado, realiza-se o cálculo, através da aplicação de uma fórmula simples, tendo como resultado a estimativa de velocidade, de uma maneira prática e confiável, contribuindo para a excelência do trabalho pericial.

**Palavras-chave:** Velocidade. Trânsito. Perícia. Vídeo. Veículo.



## ABSTRACT

PEREIRA, Vilsom de Souza. Identification of Vehicle Speed Through Video-Recorded Images. 2017. Trabalho de Conclusão (Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Perícia de Acidentes de Trânsito) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2017.

With the development of studies on the subject approached during the expertise course in traffic accidents, it was noticed that there are numerous situations where the expert must strictly observe the existing guidelines so that, in the end of the work, it might have the necessary credibility to support the decision-making by the judicial authority. It has been uncovered difficulties by identifying and measuring the traces required to determine the speed at which the vehicles involved in the accident were subjected. Currently, it is common to have access to videos containing flagrant of traffic accidents, with detailed reliable data which can be used to guide the works in a simplified way. In this context, this work aims to develop a method of calculation, taking into account the existing pieces of information, in the images recorded in the video. With the information contained in these images, after analysis in appropriate software, the calculation is performed through the application of a simple formula, considering as a result the speed estimation, in a practical and reliable manner, contributing to the excellence of the expertise work.

**Key-words:** Speed. Traffic. Expertise. Video. Vehicle.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Página da organização Open Source Physics na internet .....	20
<b>Figura 2</b> – Software Tracker .....	21
<b>Figura 3</b> – Função Clip Settings .....	22
<b>Figura 4</b> – Função coordenadas .....	22
<b>Figura 5</b> – Função calibração.....	23
<b>Figura 6</b> – Função ponto de massa.....	24
<b>Figura 7</b> – Deslocamento do veículo pelo circuito .....	26
<b>Figura 8</b> – Velocidade registrada no velocímetro do veículo.....	26
<b>Figura 9</b> – Tela do radar.....	27

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
1.1 Tema e problema de pesquisa .....	11
1.2 Objetivos .....	11
1.2.1 Objetivo geral .....	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	12
1.3 Procedimentos metodológicos.....	12
1.3.1 Caracterização da pesquisa .....	12
1.3.2 Limitações do método em análise .....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 Acidentes de trânsito .....	14
2.2 Considerações sobre segurança no trânsito .....	14
2.3 A causa determinante nos acidentes de trânsito.....	15
2.4 Cálculo de velocidade .....	16
2.5 Considerações sobre imagens gravadas em vídeo.....	17
3 RESULTADOS DE PESQUISA.....	19
3.1 Uso de imagens em vídeo para cálculo de velocidade.....	19
3.2 Software Tracker .....	20
3.2.1 Principais funções do programa .....	21
3.2.2 Funcionamento do programa Tracker .....	24
3.3 Método de cálculo .....	25
3.4 Aplicação prática do método de cálculo .....	25
4 CONCLUSÕES .....	29
REFERÊNCIAS .....	30

## 1 INTRODUÇÃO

No decorrer do curso de Perícia em Acidentes de Trânsito, oferecido pela Polícia Rodoviária Federal (PRF), em convênio com o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), tomou-se contato com as particularidades envolvidas na realização de um Laudo Pericial e verificou-se que o perito precisa levar em consideração uma grande quantidade de informações, na realização dos trabalhos de levantamento do local de uma cena de acidente de trânsito. Verificou-se, também, que a correta identificação da velocidade desenvolvida pelos veículos envolvidos na ocorrência, nos momentos anteriores à colisão, algumas vezes, é de suma importância, para se chegar a uma conclusão definitiva sobre a culpabilidade dos agentes envolvidos.

Para a identificação da velocidade dos veículos, tradicionalmente, usa-se como parâmetro de cálculo, as marcas deixadas pelos veículos na superfície das faixas de rolamento da rodovia. Há outros métodos para calcular a velocidade, com uso menos frequente, como os danos físicos presentes nos componentes veiculares, tabela de projeção do motociclista, danos ao para-brisa etc. Com certa frequência encontram-se dificuldades para identificar e medir as marcas de frenagem ou arrastamento deixadas pelos veículos, pois em alguns casos os veículos, apesar de sofrerem acelerações ou frenagens, não chegam a deixar marcas visíveis, que possam ser medidas para a realização dos cálculos necessários a determinação da velocidade de deslocamento.

A partir do ano de 2014, tornou-se obrigatório que todos os veículos novos, sejam dotados de assistente de frenagem, *anti-lock braking system* (ABS). Esse sistema, apesar de sua grande utilidade para tornar o trânsito mais seguro, em certa medida, prejudica a coleta dos vestígios de acidentes, pelo fato do referido sistema, não deixar as rodas travarem totalmente, em situações de frenagem, fazendo com que as marcas deixadas no pavimento sejam de difícil identificação e mensuração. “Atualmente, devido aos sistemas de freios do tipo ABS, a frenagem em superfície asfáltica, nos casos em que se envolve veículo com esses dispositivos, não fica tão evidente” (Almeida, 2014, p. 89)

Verifica-se atualmente certa proliferação de câmeras de segurança e câmeras veiculares, facilitando a documentação das ocorrências de acidentes de trânsito, em imagens gravadas em vídeo. Com isso, os profissionais encarregados do

levantamento de acidentes têm seu trabalho facilitado, pela riqueza de informações e pela possibilidade de análises que um flagrante de acidente gravado em vídeo normalmente proporciona.

Em razão das dificuldades elencadas para identificação/medição dos vestígios e com o acesso facilitado às gravações, vislumbrou-se a possibilidade de usar os vídeos para identificar a velocidade desenvolvida pelos veículos envolvidos em acidentes de trânsito.

A seguir, foram iniciadas as buscas por softwares que possibilitassem a realização dos cálculos, para identificar a velocidade desenvolvida pelos veículos nos momentos anteriores ao acontecimento dos acidentes de trânsito. Junto a isso, buscou-se, também, identificar fórmulas que possibilitassem realizar o cálculo das velocidades de maneira prática e simples. Optou-se por usar as imagens gravadas em vídeo, somente para medir o tempo de deslocamento dos veículos, sendo necessário medir no terreno a distância percorrida pelos veículos. O passo seguinte é a aplicação de uma fórmula simples, da distância percorrida dividida pelo tempo de deslocamento, para ter a velocidade desenvolvida pelo veículo em metros por segundo. Com a velocidade em metros por segundo, normalmente, é feita a conversão para a velocidade em quilômetros por hora, dado importante para a apreciação nos estudos de culpabilidade, comparando-a com a velocidade permitida para o local, prevista no Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

## **1.1 Tema e problema de pesquisa**

Identificar a velocidade desenvolvida pelos veículos envolvidos em acidentes de trânsito com a utilização de softwares para análise de imagens gravadas em vídeo.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Identificar formas de utilização de softwares de análise de imagens gravadas em vídeo, para determinar a velocidade desenvolvida pelos veículos envolvidos em acidentes de trânsito.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- a) verificar a existência de programas de exibição de vídeo que permitam a medição do tempo de deslocamento dos veículos envolvidos em acidentes;
- b) identificar uma fórmula que possa ser usada no cálculo da velocidade dos veículos, usando dados extraídos da análise de vídeos;
- c) estudar a confiabilidade da técnica empregada, para o cálculo das velocidades, através da identificação das margens de erro.

## 1.3 Procedimentos metodológicos

Como procedimento metodológico, será feita uma pesquisa exploratória, conforme identificação na sequência.

### 1.3.1 Caracterização da pesquisa

O presente trabalho será desenvolvido por meio de uma pesquisa exploratória, com levantamento bibliográfico sobre o tema estudado e, posteriormente, aplicação prática dos métodos de cálculo, visando definir uma técnica aplicável à determinação da velocidade de veículos envolvidos em acidentes de trânsito.

Vale ressaltar que a pesquisa exploratória, conforme o próprio nome indica, se caracteriza por ter sido pouco explorada anteriormente, o que possibilita ao pesquisador dar os passos iniciais nos processos de investigação e construção de hipóteses. Este tipo de pesquisa objetiva a descoberta e a elucidação de fatos antes não comprovados ou fundamentados.

O método de abordagem será o qualitativo, pois o trabalho perseguirá o objetivo de elaborar um método de cálculo de velocidade de veículos, baseado na análise de imagens gravadas em vídeo.

### 1.3.2 Limitações do método em análise

Para que a velocidade calculada através da análise de imagens gravadas em vídeo apresente a confiabilidade necessária para o seu uso pela perícia técnica, é

necessário que o vídeo apresente algumas condições, destaca-se a seguir as principais.

Vídeos de baixa qualidade em relação a nitidez e taxa de quadros por segundo em que o vídeo foi gravado, podem dificultar a realização dos trabalhos. Nestas situações pode ocorrer de o veículo aparecer como um borrão no vídeo, dificultando a sua correta localização na tela.

Outra limitação ao trabalho de determinação da velocidade é o tamanho do vídeo, ou o tempo em que o veículo aparece na gravação. Se esse tempo for muito curto, a confiabilidade da medição de velocidade será prejudicada.

São necessários pontos de referência no local onde aconteceu o acidente, para que possa ser feita a medição da distância de deslocamento do veículo. A falta de pontos de referência, ou a dificuldade para sua determinação devido a má qualidade das imagens, prejudicará a confiabilidade dos resultados apresentados.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta etapa do trabalho, serão articulados aspectos teóricos com vistas ao embasamento das questões elencadas.

### 2.1 Acidentes de trânsito

É o acontecimento não voluntário entre veículos, pedestres ou animais, sobre a via pública, que cause danos pessoais e/ou materiais.

Acidente é qualquer acontecimento inesperado, casual, fortuito, por ação ou omissão, imperícia, imprudência, negligência, caso fortuito ou força maior, e que foge ao curso normal, do qual advém danos à pessoa e/ou ao patrimônio. (ARAGÃO, 2016, p. 120).

A existência do dano à pessoa ou ao patrimônio é uma exigência para que o evento seja considerado acidente de trânsito.

Encontramos no Manual de Procedimentos Operacionais nº 15 - Atendimento de Acidentes, o conceito de acidentes de trânsito, instituído pela PRF, com a seguinte definição: “Acidente de trânsito é todo acontecimento não premeditado do qual resultem danos materiais e/ou pessoais, envolvendo veículo na via pública.”

### 2.2 Considerações sobre segurança no trânsito

Em 2014 foram realizadas pesquisas em parceria entre a Polícia Rodoviária Federal (PRF) e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), que apresentou como custos sociais dos acidentes de trânsito, no ano de 2014, o montante de R\$ 12,3 bilhões. Segundo o estudo realizado por essa parceria:

Os cerca de 170 mil acidentes de trânsito ocorridos nas rodovias federais brasileiras no ano de 2014 geraram um custo para a sociedade de R\$ 12,3 bilhões, sendo que 64,7% desses custos estavam associados às vítimas dos acidentes, como cuidados com a saúde e perda de produção devido às lesões ou morte, e 34,7% estavam associados aos veículos, como danos materiais e perda de cargas, além dos procedimentos de remoção dos veículos acidentados. (IPEA, 2014, p. 19).

Segundo dados do Portal Saúde, órgão do governo federal, os acidentes de trânsito no Brasil, fizeram 38.651 vítimas fatais, no ano de 2015, com redução de 11% em relação ao ano anterior, a redução foi atribuída a efetividade das ações de fiscalização após a lei seca e a desaceleração da economia.



Tabela 1 - Acidentes em rodovias federais, anos de 2012 a 2016.

<b>Tipos de acidentes</b>	<b>Vítimas mortas</b>	<b>Acidentes</b>
Colisão frontal	14.280	33.141
Atropelamento de pessoa	6.409	21.388
Saída de Pista	4.669	115.823
Colisão Transversal	3.919	81.676
Colisão traseira	3.609	215.050
Colisão lateral	2.895	123.129
Capotamento	1.880	38.108
Colisão com objeto fixo	1.232	44.874
Queda de motocicleta / bicicleta	1.194	30.029
Colisão com bicicleta	1.144	7.322
Tombamento	911	32.600
Atropelamento de animal	489	16.664
Colisão com objeto móvel	188	6.355
Incêndio	24	4.594
Danos Eventuais	19	3.897
Derramamento de Carga	9	3.986
<b>Total</b>	<b>42.871</b>	<b>778.637</b>

Fonte: Siger2, (2017).

Na tabela anterior estão expostos os dados de acidentes ocorridos em rodovias federais, desde o início do ano de 2012 até o final do ano de 2016. Chama atenção a grande quantidade de mortes ocorridas em acidentes do tipo colisão frontal, aparecendo em segundo lugar em número de vítimas, os atropelamentos de pessoas. Se destacam pela quantidade de ocorrências, os acidentes do tipo colisão traseira, em segundo lugar estão as colisões laterais, seguidas pelas saídas de pista.

### 2.3 A causa determinante nos acidentes de trânsito

O levantamento do local de acidente deve ter como objetivo principal a determinação de duas coisas: 1) a dinâmica do evento entre os diversos fatores envolvidos; 2) qual foi a causa do acidente.

Como ensina Almeida, (2014, p. 311): “(e)stabelecer a causa determinante do acidente significa definir ‘porque’ o fato ocorreu.”.

Para o excesso de velocidade ser considerado como causa, temos que considerar que, sem essa condição o acidente não teria ocorrido. Nos casos em que, mesmo estando no limite da velocidade permitida, o acidente não seria evitado, então, a velocidade não deve ser considerada causa determinante.

A regulamentação das velocidades permitidas está no art. 61 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), apresentado a seguir. As velocidades permitidas podem ser aumentadas ou diminuídas, pelo órgão que tenha jurisdição sobre a via.

Art. 61. A velocidade máxima permitida para a via será indicada por meio de sinalização, obedecidas suas características técnicas e as condições de trânsito.

§ 1º Onde não existir sinalização regulamentadora, a velocidade máxima será de:

I - nas vias urbanas:

- a) oitenta quilômetros por hora, nas vias de trânsito rápido;
- b) sessenta quilômetros por hora, nas vias arteriais;
- c) quarenta quilômetros por hora, nas vias coletoras;
- d) trinta quilômetros por hora, nas vias locais;

II - nas vias rurais:

a) nas rodovias de pista dupla

1. 110 km/h (cento e dez quilômetros por hora) para automóveis, camionetas e motocicletas;

2. 90 km/h (noventa quilômetros por hora) para os demais veículos

b) nas rodovias de pista simples

1. 100 km/h (cem quilômetros por hora) para automóveis, camionetas e motocicletas

2. 90 km/h (noventa quilômetros por hora) para os demais veículos) nas estradas: 60 km/h (sessenta quilômetros por hora

§ 2º O órgão ou entidade de trânsito ou rodoviário com circunscrição sobre a via poderá regulamentar, por meio de sinalização, velocidades superiores ou inferiores àquelas estabelecidas no parágrafo anterior.

O excesso de velocidade, em primeira análise, configura-se somente em infração de trânsito, como ressalta Aragão, (2016, p. 479): “só será causa de um acidente se, independentemente de outros fatores, produziu o acidente, em conformidade com o conceito universal de causa, segundo o qual o acidente, sem o excesso, não teria ocorrido.”

## 2.4 Cálculo de velocidade

Os métodos usados para calcular as velocidades desenvolvidas pelos veículos envolvidos em acidentes de trânsito, normalmente, usam como parâmetro, os vestígios, como marcas de frenagem, marcas de arrastamento, distância de projeção, danos aos veículos e deslocamento após a colisão. Algumas vezes, há certa dificuldade para que essas marcas sejam corretamente identificadas e mensuradas, o que leva a problemas, com margens de erros elásticas e, em alguns casos, dificuldades para identificar a velocidade desenvolvida pelos veículos envolvidos no acidente.

Nessa matéria, é importante atentarmos que a maioria dos métodos de avaliação de velocidade até hoje concebido não é 100% precisa, razão pela

qual se fala em avaliação ou estimativa. Afora o tacógrafo que é um aparelho de precisão encontrado, principalmente, em veículos de transporte de passageiros e de carga, cujos registros são igualmente precisos, desde que o seu funcionamento seja regular e normal, os métodos analíticos mais clássicos, como o da velocidade de frenagem, por exemplo, os valores fornecidos, em tese, são um pouco menores do que a realidade, favorecendo o motorista. Já nos métodos menos tradicionais, v.g, projeção de pedestres, energia de deformação, os valores flutuam dentre uma faixa mais ou menos distendida. (ARAGÃO, 2016, p. 45).

Os aprimoramentos tecnológicos presentes nos veículos mais novos, principalmente o sistema antitravamento, normalmente designado apenas pela sigla (ABS), apesar de sua grande contribuição para evitar acidentes, tem trazido certa dificuldade para a determinação das distâncias de frenagens, nos levantamentos de locais de acidentes, porque esse sistema impede que as rodas travem completamente, o que melhora a eficiência dos freios, mas diminui a existência de marcas deixadas pelos pneus. Com isso, fica prejudicada a análise da velocidade desenvolvida pelos veículos.

Existem expectativas de que dentro de algum tempo haja previsão na legislação de trânsito nacional, da exigência de que os veículos comercializados no país, portem sistemas capazes de gravar dados cruciais sobre o funcionamento do veículo, nos instantes anteriores à ocorrência de um acidente, o que facilitaria em muito a definição dos fatos que causaram o acidente. Essa previsão possibilitaria acesso a dados como: velocidade, rotação do motor, dados sobre uso dos pedais de acelerador, freio etc. Tais dispositivos são similares às “caixas-pretas” que equipam os aviões e com as informações armazenadas em sua memória, prestam importante ajuda na definição dos fatos causadores dos acidentes aéreos. Segundo o site Perito Técnico Veicular, países como, Estados Unidos, Japão e Coreia já possuem legislação regulamentando a instalação nos veículos produzidos em seu território, do sistema chamado *Event Data Recorder* (EDR).

## **2.5 Considerações sobre imagens gravadas em vídeo**

Um arquivo com imagens gravadas em vídeo é composto por várias fotografias gravadas em sequência. Para a visão humana, a apresentação destas fotografias em sequência, engana a sua percepção, fazendo com que a imagem pareça estar em movimento. Essas fotografias são os *frames* (quadros) e a medição que encontramos quanto ao número de quadros de um vídeo é feita em quadros por segundo. Para que nossa visão não detecte que estamos vendo na verdade várias imagens estáticas

mostradas em sequência, é necessário que a gravação seja feita em mais de 12 quadros por segundo. Atualmente é mais comum encontrarmos vídeos gravados a 30 *frames* por segundo (fps).

Por trás de toda a ação e do movimento que você vê em qualquer tipo de vídeo, incluindo nos games, existe um truque que transforma imagens paradas em imagens animadas. A ilusão que nosso cérebro interpreta como movimento é feita exibindo-se vários quadros consecutivos em um curto período de tempo. Isso pode ser facilmente experimentado desenhando-se várias figuras ligeiramente diferentes em um bloco de notas e, em seguida, passando-as rapidamente na frente de seus olhos. O objeto ficará “animado”. O mesmo ocorre com o cinema, mas, em vez de desenhos, temos fotografias dispostas em uma fita semitransparente, chamada de filme. (MACHADO, 2011).

Na análise de um vídeo para identificarmos a distância de deslocamento de um veículo, basicamente, necessitamos que o *software* possa fazer uma exibição quadro a quadro, ou que seja possível marcar um trecho do vídeo, e depois identificar quantos quadros são mostrados neste trecho. A seguir devemos identificar a taxa de quadros por segundo, na qual o vídeo foi gravado. Dividindo-se o total de quadros pela taxa de gravação do vídeo, têm-se o tempo gasto no deslocamento.

### **3 RESULTADOS DE PESQUISA**

Registram-se, neste contexto, os resultados da pesquisa aqui desenvolvida, que versam sobre o uso de imagens em vídeo para cálculo de velocidade.

#### **3.1 Uso de imagens em vídeo para cálculo de velocidade**

A partir da intensificação das concessões das rodovias federais, entre as exigências incluídas nos contratos está a instalação de câmeras de monitoramento de tráfego, ao longo das vias concedidas. Por meio dessas câmeras de monitoramento tem sido possível, em muitos casos, a obtenção de imagens gravadas em vídeo dos deslocamentos dos veículos, nos momentos anteriores a ocorrência dos acidentes, e também, dos flagrantes destas ocorrências.

Essas imagens têm possibilitado a identificação de envolvidos em acidentes, nos casos em que os condutores se evadem com seus veículos, dos locais dos acidentes. Também tem sido possível a identificação das causas determinantes de acidentes, em casos em que o levantamento realizado pelos policiais ou peritos possui pouca evidência material, (vestígios) aptos a sustentarem uma conclusão sobre os fatos.

Além do exposto anteriormente, os vídeos possibilitam, ainda, calcular e determinar, com uma menor margem de erro, a velocidade desenvolvida pelos veículos envolvidos em acidentes de trânsito, dando uma maior tranquilidade e segurança na definição dos fatos causadores e exposição das conclusões do trabalho de perícia. Com isso, poderão ser facilitadas as decisões do Poder Judiciário e Ministério Público, que são os destinatários das ações criminais e das várias ações cíveis oriundas de acidentes de trânsito.

A identificação da velocidade dos veículos envolvidos em acidentes, através do estudo das imagens gravadas em vídeo, é a intenção deste trabalho.

Essas imagens não necessitam ser obrigatoriamente oriundas do sistema de monitoramento da rodovia, imagens gravadas por terceiros, se forem disponibilizadas, podem ser usadas para tal fim.

### 3.2 Software Tracker

Foram iniciadas buscas por softwares que incluíssem recursos necessários para alcançar os objetivos desse trabalho, como: exibição quadro a quadro, câmera lenta, facilidade na contagem de quadros de determinado espaço do vídeo.

Após realizar algumas pesquisas na internet, tomou-se conhecimento do *software* Tracker e verificou-se que este *software* estava de acordo com as características buscadas. O Tracker apresenta inclusive o recurso de cálculo automático de velocidade.

O Tracker foi desenvolvido por integrantes de uma rede chamada *Open Source Physics* (OSP), destinada a desenvolver recursos e programas para auxiliar nos estudos das disciplinas de física, informática e modelagem por computador. Segundo os seus desenvolvedores, o Tracker é uma ferramenta gratuita de análise de vídeo, tendo sido projetado para ser usado nos estudos da disciplina de física.

Figura 1 – Página da organização *Open Source Physics* na internet.

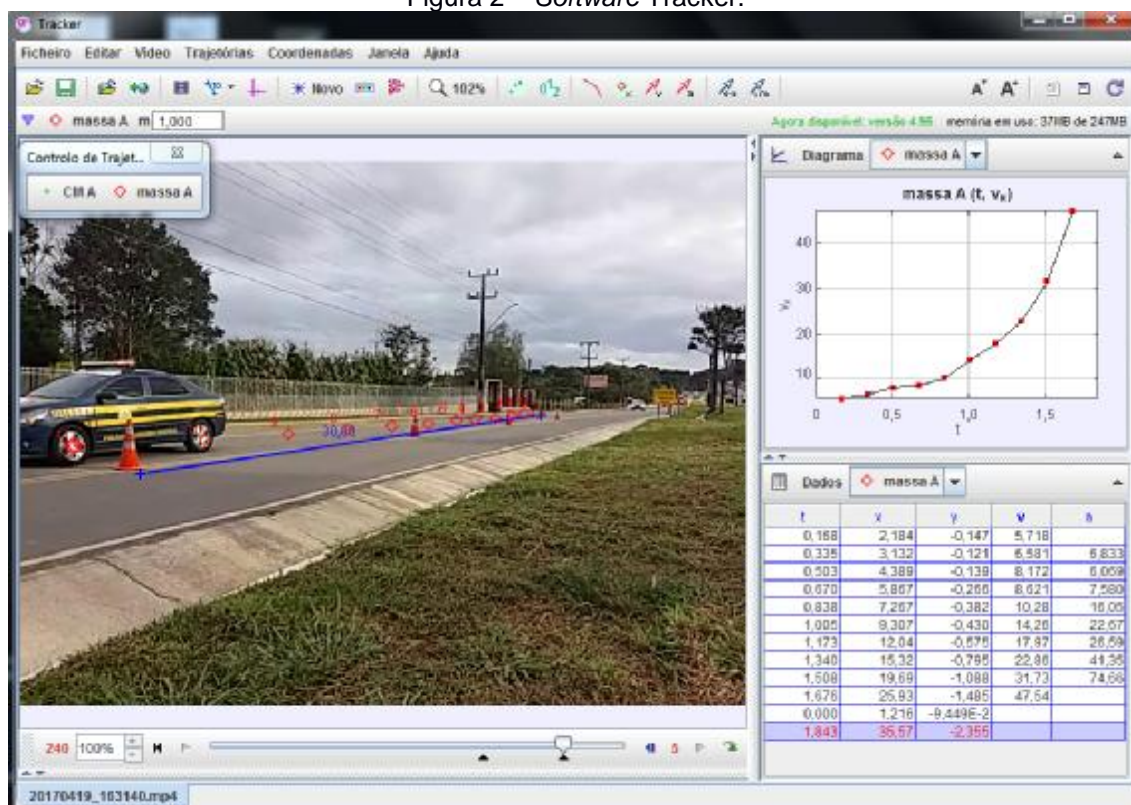
The screenshot shows the website for the Tracker Video Analysis and Modeling Tool. The page is titled "Tracker Video Analysis and Modeling Tool" and is written by Douglas Driver. It lists available languages: English, Spanish, Chinese, Danish, French, German, Italian, Portuguese, Greek, Czech, Arabic, Finnish, Korean, Swedish, Hungarian. The page also includes a table of subjects, levels, and resource types.

Subjects	Levels	Resource Types
<ul style="list-style-type: none"> <li>Friction Problems</li> <li>Curriculum Development</li> <li>laboratory</li> <li>Instructional Material Design</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lower-Undergraduate</li> <li>High School</li> <li>Upper Undergraduate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instructional Material</li> <li>Activity</li> <li>Interactive Simulator</li> <li>Laboratory</li> </ul>

Fonte: *print screen* da página oficial, organização *Open Source Physics* (2017).

Ao abrir um vídeo no software Tracker, figura 2, ele será mostrado em uma janela maior à esquerda, e no lado direito temos dois quadros, acima um quadro onde serão exibidos os gráficos e abaixo as tabelas com os dados da vídeoanálise. Na parte inferior, abaixo da janela onde o vídeo é exibido, temos uma barra de ferramentas com algumas funções básicas para a operação de vídeoanálise.

Figura 2 – Software Tracker.

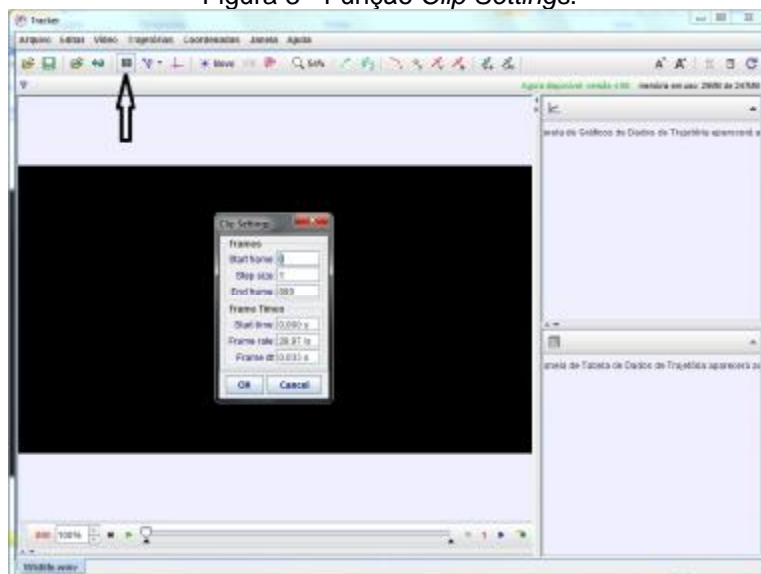


Fonte: *print screen* da aplicação Tracker (2017).

### 3.2.1 Principais funções do programa

Normalmente, ao calcular a velocidade de um veículo usando um vídeo como fonte de informação, o deslocamento que precisamos analisar, estará em um pequeno trecho do vídeo. O Tracker permite isolar este trecho, facilitando e acelerando a realização dos trabalhos. Para isso usamos a função *clip settings*, mostrada na figura 3, clicando no ícone mostrado pela seta, aparecerá o quadro, onde é possível determinar os quadros inicial e final, do espaço do vídeo, a ser analisado.

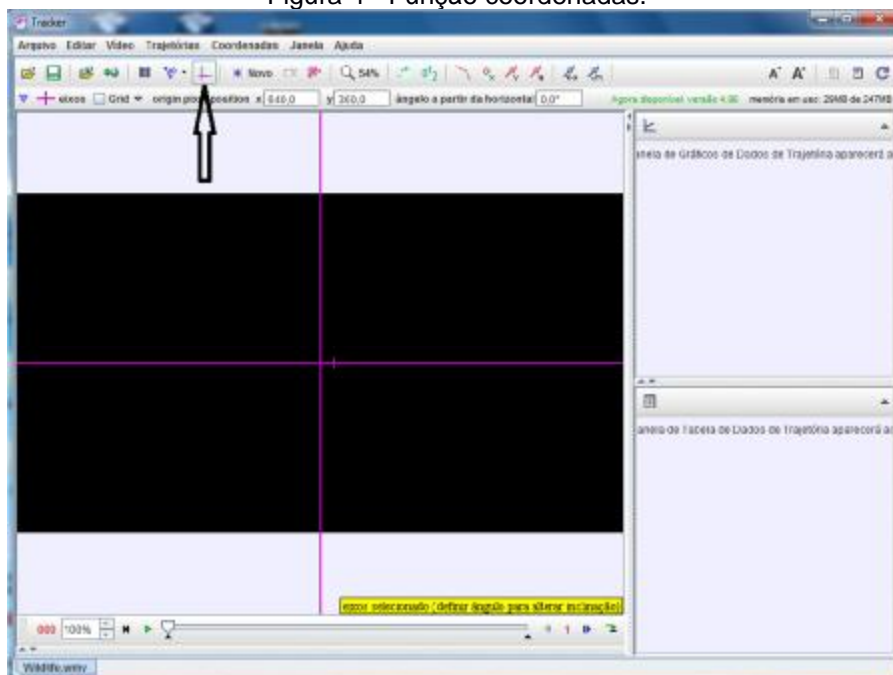
Na sequência é necessário marcar com pontos, o deslocamento do veículo, no espaço selecionado da via. Na caixa *step size*, deve-se marcar o número de quadros que o vídeo irá avançar após cada marcação. Nesta função é exibida a informação da relação quadros por segundo em que o vídeo foi gravado, dado que será usado no cálculo da velocidade do veículo.

Figura 3 - Função *Clip Settings*.

Fonte: *print screen* da aplicação Tracker (2017).

A função “coordenadas” insere, na janela do vídeo, um sistema de coordenadas, que serão usadas pelo programa para marcar os pontos e representar nas tabelas e gráficos as coordenadas do deslocamento. Para facilitar o entendimento dos dados resultantes, observamos que o eixo (x), deve ser alinhado com a direção de deslocamento do veículo.

Figura 4 - Função coordenadas.

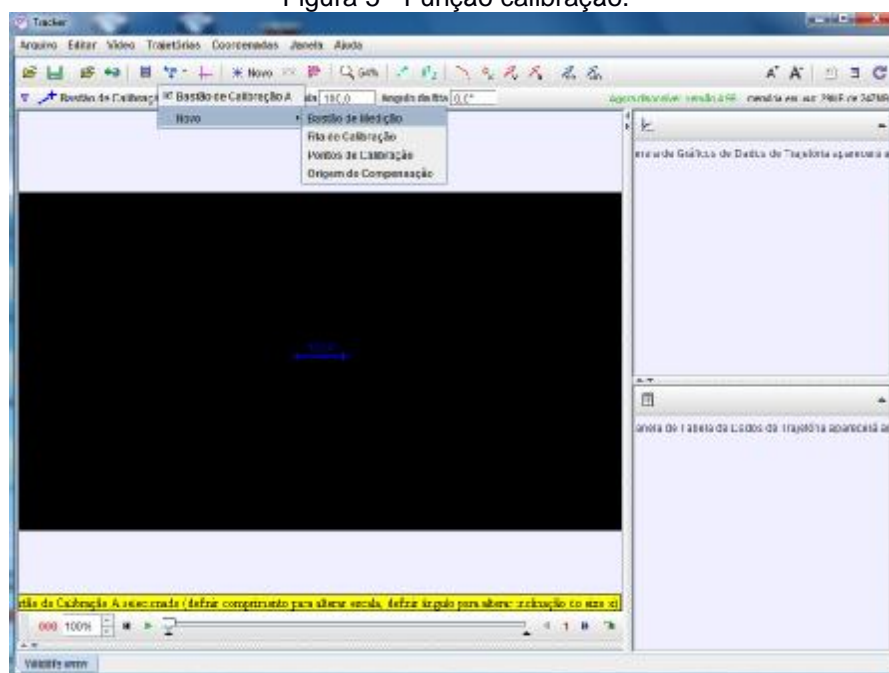


Fonte: *print screen* da aplicação Tracker (2017).



Para acessar a função “calibração”, é necessário clicar em novo e escolher fita ou bastão de medição. Essa ação possibilita ao programa ter uma escala para efetuar os cálculos, para isso deve-se saber a medida de algum objeto, ou medir uma distância com pontos de referência, e a seguir posicionar o bastão ou fita de medição nos extremos do objeto e digitar a distância ou o tamanho do objeto sobre a fita ou bastão.

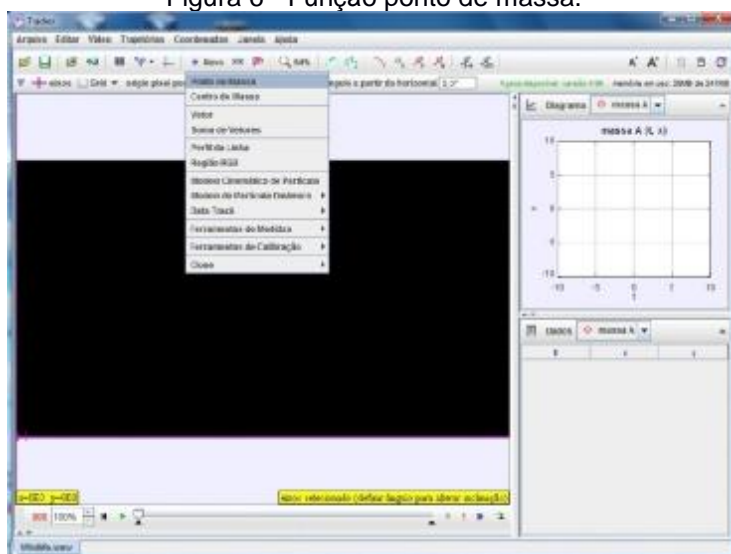
Figura 5 - Função calibração.



Fonte: *print screen* da aplicação Tracker (2017).

Por último, é necessário inserir os pontos de massa no vídeo. Para iniciar, deve-se clicar em novo, depois em ponto de massa. Com o vídeo no ponto inicial da análise, é necessário segurar a tecla *shift*, escolher um ponto do veículo como referência e clicar. O vídeo avança a quantidade de quadros selecionados em *clip settings*, e então deve-se clicar novamente até chegar ao final do trecho selecionado do filme.

Figura 6 - Função ponto de massa.



Fonte: *print screen* da aplicação Tracker (2017).

Após os procedimentos anteriores terem sido realizados, os dados estarão sendo mostrados nos dois quadros a direita da tela principal do programa. Para visualizar a velocidade em que o objeto se deslocava, deve-se clicar no quadro inferior, na caixa (dados) e selecionar (velocidade), no gráfico do quadro superior, clicar no eixo (x) e escolher o dado a ser apresentado no gráfico. Selecionando (velocidade), aparecerá no gráfico, a velocidade desenvolvida pelo veículo, em metros por segundo.

### 3.2.2 Funcionamento do programa Tracker

O Tracker foi projetado para efetuar os cálculos a partir de um movimento perpendicular a posição da câmera. Caso a câmera esteja em uma posição diagonal em relação ao deslocamento do veículo ou objeto, o veículo aparentará estar em aceleração ou desaceleração.

Foram encontrados problemas para o uso dos resultados obtidos com o cálculo da velocidade feito automaticamente pelo programa, pois o vídeo disponível dificilmente terá as condições exigidas, para que o resultado apresentado pelo programa possa ser considerado confiável.

Para que o cálculo tenha a confiabilidade necessária, para o uso no levantamento pericial de um acidente, optamos por usar o programa, para as importantes funções de isolar o espaço do vídeo onde será feito o estudo, verificar o tempo de deslocamento e determinar com exatidão o ponto em que o veículo se encontrava no início e no final do espaço considerado para os cálculos, possibilitando

a medição dessa distância na via. O programa ainda fornece a taxa de quadros por segundo do vídeo analisado.

### 3.3 Método de cálculo

Para efetuar o cálculo da velocidade é necessário definir uma fórmula, pela qual, seja possível obter a velocidade de deslocamento do veículo, tendo como fontes de dados, o tempo de deslocamento e a distância medida na rodovia. Este cálculo consiste basicamente em dividir a distância do deslocamento pelo tempo obtido através da análise do vídeo. O resultado dessa divisão será a velocidade do veículo em metros por segundo. Para obter-se a velocidade em quilômetros por hora (km/h), deve-se multiplicar este resultado pelo valor 3,6. A seguir será apresentada a fórmula que será usada para cálculo da velocidade.

$$V = \frac{d}{t}$$

Onde:

V = velocidade

d = distância

t = tempo

### 3.4 Aplicação prática do método de cálculo

Para verificar a validade do método de medição de velocidade tratada neste trabalho, foi preparado um percurso para efetuar a medição da velocidade de deslocamento de um veículo operacional da PRF, em trecho isolado ao tráfego da rodovia BR 116. O percurso consistiu na marcação de um espaço de 20 (vinte) metros da rodovia, com o uso de cones de sinalização. O deslocamento foi filmado de uma posição perpendicular ao deslocamento do veículo.

Como parâmetro de comparação com os resultados obtidos através dos cálculos com o uso das imagens gravadas em vídeo, foram usadas a medição de velocidade registrada pelo velocímetro do veículo e também, efetuada uma medição de velocidade, com o uso de um radar portátil, usado em fiscalização velocidade pela PRF.

Para registrar essas medições, foi gravada em vídeo a velocidade mostrada pelo velocímetro do veículo, durante o deslocamento do veículo (figura 8) e também foi filmada a tela do radar durante a medição da velocidade (figura 9).

Figura 7 – Deslocamento do veículo pelo circuito.



Fonte: do Autor (2017).

Figura 8 – Velocidade registrada no velocímetro do veículo.



Fonte: do Autor (2017).

Figura 9 – Tela do radar.



Fonte: do Autor (2017).

Pela análise do vídeo, realizado com o auxílio do software Tracker, no qual foi gravado o deslocamento do veículo (viatura operacional da PRF), foi verificado que o pneu dianteiro do veículo passou pelo cone que marcava o início do percurso, no quadro 303, e pelo cone que marcava o final do percurso, no quadro 341. Através de uma subtração, verificamos que são 38 quadros, que devem ser considerados no cálculo do tempo gasto para percorrer o circuito.

Por meio do *software* Tracker, verificamos que o vídeo foi gravado a uma taxa de 29,84 fps. Dividindo a quantidade de quadros pela taxa de gravação, verificamos que o veículo percorreu o circuito no tempo de 1,27 segundos. A seguir, passaremos ao cálculo da velocidade:

$$V = ?$$

$$d = 20 \text{ metros}$$

$$t = 1,27 \text{ segundos}$$

$$V = \frac{20}{1,27}$$

$$V = 15,75 \text{ m/s}$$

$$V = 15,75 \times 3,6$$

$$V = 56,7 \text{ km/h}$$

Verificamos que a velocidade calculada com o auxílio do software Tracker foi de 56,7 km/h. A seguir, apresentamos uma tabela com as velocidades obtidas, para o deslocamento do veículo, viatura operacional da PRF (Chevrolet/S10), no percurso montado para verificação do funcionamento do método de cálculo apresentado neste trabalho.

Tabela 2 - Velocidades medidas para o deslocamento do veículo S10

Instrumento	Velocímetro	Radar	Cálculo pelo vídeo
Velocidade (km/h)	60	60	56,7

Fonte – do Autor (2017).

O cálculo de velocidade com o uso de imagens sempre dará como resultado a média da velocidade desenvolvida pelo veículo no trecho considerado. Caberá ao responsável pelo trabalho avaliar se o veículo estava em aceleração ou desaceleração, em nível que possa interferir nos resultados da análise. Normalmente será possível identificar, através do próprio vídeo, ou marcas de frenagem, se no espaço considerado para análise, o veículo se encontrava ou não em processo de desaceleração importante, que possa prejudicar a análise dos dados.

Normalmente para uso dos cálculos será medida uma distância próxima a 10 (dez) metros no terreno e o resultado será apresentado como uma estimativa da velocidade empreendida pelo veículo no momento anterior ao acontecimento do acidente. Sendo assim, o fato da velocidade calculada ser a média da velocidade do veículo no trecho estudado, não altera o valor da informação, sendo que o resultado deve ser apresentado como: o veículo estudado se deslocava no momento anterior ao acontecimento do acidente em velocidade não inferior ao resultado encontrado nos cálculos.

Conforme o exposto, encerra-se esta etapa do trabalho, na qual foram elencados os resultados da pesquisa desenvolvida, evidenciando o uso da tecnologia como ferramenta no desenvolvimento das atividades da PRF.

## 4 CONCLUSÕES

No cenário desta pesquisa, objetivou-se identificar formas de utilização de softwares de análise de imagens gravadas em vídeo, para determinar a velocidade desenvolvida pelos veículos envolvidos em acidentes de trânsito.

Verificamos que o resultado do cálculo, usando as imagens gravadas em vídeo (56,7 km/h), é 5,5% (cinco e meio por cento) menor que o resultado da medição obtida com o radar (60 km/h). Presume-se que a medida feita pelo radar seja a velocidade real, pois este equipamento tem sua aferição de funcionamento feita pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Vale ressaltar que a legislação vigente do citado instituto prevê que para operação em velocidades menores que 100 (Cem) quilômetros por hora, os radares portáteis podem apresentar erro máximo admitido de 7 km/h.

No Laudo Pericial, os resultados dos cálculos de velocidade realizados através do uso de imagens gravadas em vídeo, ou outro método, devem ser apresentados como uma estimativa da velocidade real empreendida pelo veículo, no seu deslocamento normal antes dos eventos que levaram a ocorrência do acidente.

O resultado do cálculo de velocidade, feito com o uso do vídeo adotado neste trabalho, será a velocidade média do veículo, durante sua passagem pelo trecho analisado, ao contrário da medição de velocidade feita pelo radar, que mede a velocidade instantânea do veículo, no local da medição.

A confiabilidade dos resultados obtidos, com o cálculo da velocidade de um veículo, aplicando-se o método apresentado neste trabalho, depende de alguns fatores relacionados a qualidade da gravação do vídeo, e também da distância em que o veículo aparece no vídeo, para que seja possível realizar uma medição e estabelecer pontos de referência, devido à necessidade de medir a distância de deslocamento do veículo no terreno.

Mesmo admitindo a existência de uma margem de erro, nos resultados calculados, consideramos que o método apresentado apresenta sua validade comprovada na realização dos levantamentos necessários à elucidação de um acidente de trânsito e recomendamos o seu uso nos trabalhos de perícia técnica.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lino Leite de. **Manual de Perícias em Acidentes de Trânsito**. 2. Ed. Campinas: Millenium, 2014.

ARAGÃO, Ranvier Feitosa. **Acidentes de Trânsito: análise da prova pericial**. 6. Ed. Campinas: Millenium, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro: 2011.

BRASIL. **Lei 9.503/97, de 23 de setembro de 1.997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília: 23 Set. 1997, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9503.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9503.htm)>. Acesso em: 23 nov. 2016.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (Brasil). **Resolução 483**: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V – Sinalização Semafórica. Brasília, 2.014.

DALPERIO, Adilson Briguenti; DAMASCENO, Tércio Silva; SILVA, Wilson Ferreira da. **Elaboração de laudo pericial**: módulo II. Florianópolis: Publicações do IFSC, 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL. **Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras** – Caracterização, Tendências e Custos para a Sociedade. Relatório de Pesquisa. Brasília: Ipea, PRF, 2015. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150922\\_relatorio\\_acidentes\\_transito.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150922_relatorio_acidentes_transito.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2017.

MACHADO, Jonathan. O que são frames por segundo?, Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/video/10926-o-que-sao-frames-por-segundo-.htm>>. Acesso em: 25 jul. 2017.

Moodle EaD IFSC. Categoria de Cursos. Disponível em: <<http://moodle.ead.ifsc.edu.br/>>. Acesso em: 17 ago. 2016.

OTANI, Nilo; FIALHO, Francisco Antonio Pereira. **TCC**: métodos e técnicas. 2.ed. rev. atual. Florianópolis: Visual Books, 2011.

Perito Técnico Veicular. Disponível em: <<http://www.peritoveicular.eng.br/edr>>. Acesso em: 15 maio 2017.

Portal da Saúde – Ministério da Saúde. Disponível em: <[www.saude.gov.br](http://www.saude.gov.br)>. Acesso em: 30 jun. 2017.

Sistema de Informações Gerenciais - SIGER. Disponível em: <<https://www.prf.gov.br/siger2>>. Acesso em 30 jun. 2017.

Software Tracker. Disponível em: <<http://physlets.org/tracker/>>. Acesso em: 11 abr. 2017.