

Velocímetros – quando o travamento da agulha pode retratar a velocidade de colisão

E.L. Reis *

Instituto de Criminalística, Coordenadoria Geral de Perícias, Campo Grande (MS), Brasil

**Endereço de e-mail para correspondência: elrjola@hotmail.com. Tel.: +55-67-99166-0864.*

Recebido em 30/03/2016; Revisado em 24/10/2016; Aceito em 24/10/2016

Resumo

Estudo do travamento do ponteiro do velocímetro de veículos decorrente de colisões frontais, uma análise da validade de se atribuir como indicação da velocidade de colisão a partir do travamento da agulha em alguma posição da escala do velocímetro. Para embasar o estudo foi feita uma revisão bibliográfica na literatura internacional que trata do assunto, visando suprir inclusive uma deficiência na literatura brasileira especializada em acidente de trânsito que é extremamente carente desse tema. Também apresentamos como complementação e verificação da teoria, resultado de testes práticos realizados em laboratório de calibração do velocímetro a fim de demonstrar quais os casos em que o ponteiro trava para os vários tipos de velocímetros existentes, bem como sua evolução ao longo dos tempos. Sugerimos uma análise pormenorizada do travamento do ponteiro nos casos em que o reconstrucionista de acidente de trânsito se depara com esse fenômeno, entender quais são os principais aspectos envolvidos e os pré-requisitos mínimos que deverão ser observados para se descartar ou validar, como meio de prova da indicação da velocidade de colisão.

Palavras-Chave: Velocímetro; Velocidade; Acidente de trânsito.

Abstract

Study of vehicles speedometer pointer locking due to frontal collisions, an analysis of the validity of assigning the pointer locking in a position of the speedometer scale as an indication of the collision speed. To support this study a bibliographic review was made using international literature that addresses this subject, aiming to fulfill a deficiency in the Brazilian literature specialized in traffic accidents that is extremely scarce about this matter. Results of practical tests performed in a speedometer calibration laboratory are also presented as complementation and theory proof to certify which are the cases that the pointer locks, given different types of existing speedometers, as well as in its evolution over time. A detailed analysis about the pointer locking is suggested in cases where the traffic accident reconstructionist faces this phenomenon, as well as understanding what are the main aspects involved and the minimum prerequisites that must be observed to discard or validate, as an evidence for the collision speed indication.

Keywords: Speedometer, Speed; Traffic accident.

1. INTRODUÇÃO

Em alguns casos o ponteiro do velocímetro trava quando o veículo sofre uma forte colisão frontal, não é raro vermos isso estampado nas manchetes de jornais popularizando a crença de que o travamento do ponteiro registraria a velocidade do veículo no momento do impacto.

A comunidade pericial como um todo, que faz uso de metodologias científicas, em geral, não considera esse vestígio como digno de confiança para que possa

ser utilizado como um indicador da velocidade no momento do impacto.

Busca-se demonstrar as peculiaridades a serem consideradas pelos peritos em uma análise mais criteriosa, a fim de fornecer elementos validados ou não desse aspecto como um auxílio na investigação de acidentes de trânsito.

No Brasil, a marca de frenagem é, provavelmente, o vestígio mais utilizado para se estimar a velocidade de um veículo numa perícia de acidente de trânsito. Há ainda peritos que utilizam o método de conservação de

quantidade de movimento, nos casos em que o método é pertinente.

Técnicas de análises probabilísticas dos parâmetros utilizados para se entender um determinado fenômeno com melhor nível de confiança, também podem ser aplicadas no estudo dos acidentes de trânsito. Por exemplo, Carvalho et al. [1], utiliza o Método de simulação de Monte Carlo para um caso real no qual uma das variáveis analisadas é a velocidade dos veículos colidentes, onde foi possível estimar a probabilidade associada a essas velocidades com intervalo de confiança de 95%.

Outros métodos, como o cálculo da velocidade pela energia dissipada na colisão baseada nos coeficientes de deformação em geral não são utilizados, e os motivos são vários, dentre eles a alegação de que não se sabe os coeficientes de deformação dos veículos comercializados no Brasil e até mesmo a desculpa de que a licença de softwares como *WinSmash*, que é uma evolução do programa CRASH 3, que utilizam algoritmos de danos, por exemplo, é muito cara, como se fosse preciso adquirir um software para realizar os cálculos. Seja como for, não é nosso objetivo aqui tratar desse tema, aborda-se isso apenas para lembrar outros métodos de cálculos.

Com o advento do ABS (*Anti Lock Braking Sistem*) e finalmente com a obrigatoriedade de colocação na linha de produção em série de todos os veículos fabricados no Brasil a partir de 1º de janeiro de 2016, progressivamente até 1º de janeiro de 2019, segundo a resolução nº 509 do CONTRAN [2] outros métodos de estimativa de velocidade, que não o comprimento da marca de frenagem, precisam ser encarados como desafios pelos peritos brasileiros, para não correr o risco de ficar sem elementos materiais para estimar a velocidade dos veículos envolvidos nos acidentes de trânsito, uma vez que os freios ABS diminuem sensivelmente as marcas de frenagens, e em muitos casos não ficam impressas no pavimento durante um processo de frenagem.

Nessa esteira, o “*Needle Slap*” tem sido discutido e apresentado como uma alternativa e principalmente tem chamado a atenção da comunidade pericial para a busca da marca deixada pela agulha no fundo do velocímetro quando ocorre um impacto violento frontal.

Técnicas importantes de identificação do efeito “*Needle Slap*” podem ser aplicadas em laboratório como demonstrado por Andrade et al. [3], são elas: Espectroscopia Ramam, Vídeo Comparador Espectral e Microscopia Ótica.

Andrade et al. [3] ainda apresenta técnicas para a detecção do efeito na cena do acidente, uma alternativa quando se tem dificuldades para levar o velocímetro para análise de laboratório, através da utilização de

lanternas com frequências definidas, lupas e filtros especiais.

O travamento do ponteiro do velocímetro carece de estudo aprofundado na comunidade pericial brasileira. Em uma pesquisa em sites de busca como o www.google.com.br com a expressão “travamento do ponteiro do velocímetro”, ou qualquer expressão similar, encontra-se muito pouco, em termos de artigos de estudos dos velocímetros. Você com certeza encontrará muitas notícias e alguns fóruns, como www.autoforum.com.br que discutem o assunto de maneira muito superficial.

Contudo, se você fizer uma pesquisa em inglês, por exemplo, a coisa muda muito de figura. Desta forma, podem ser encontradas dezenas de artigos e estudos do travamento do velocímetro e do princípio de funcionamento destes instrumentos, bem como discussões com relação à validade dessa leitura para estimar a velocidade de colisão nas perícias de acidente de trânsito.

Com o objetivo de ampliar a discussão entre os peritos brasileiros, aborda-se aqui uma revisão bibliográfica de artigos internacionais encontrados na internet e revista especializada em colisões veiculares (*Collision – The international Compendium for Crash Research*), bem como buscamos apresentar os princípios de funcionamentos dos dois tipos de velocímetros, o eletromagnético/mecânico e o eletrônico/digital. Por fim, apresentamos ainda alguns testes realizados em laboratórios de calibração de velocímetros e as principais conclusões dos estudos realizados internacionalmente.

2. COMO FUNCIONA UM VELOCÍMETRO

Basicamente existem dois tipos de velocímetros: os mecânicos e os eletrônicos;

Os eletrônicos só apareceram no mercado a partir da década de 1980, enquanto os mecânicos tiveram sua patente registrada em 1902, pelo seu inventor Otto Schulze [4].

2.1. Velocímetro mecânico ou de corrente de Foucault

O velocímetro faz na realidade uma medida indireta da rotação das rodas do veículo. Para a maioria dos modelos existentes, a medida é realizada por um cabo de acionamento que é ligado no sistema de transmissão, captando o movimento de rotação das engrenagens, transmitindo ao velocímetro por um mandril ou por um de conjunto de molas helicoidais.

Na ponta do cabo de acionamento existe um imã permanente rotacional, à medida que a transmissão gira, o cabo transmite o giro ao imã. Próximo ao imã rotacional, porém sem tocá-lo, encontram-se presos por

um eixo independente um disco e a agulha do velocímetro, o giro do ímã produz no disco um campo magnético induzido pelas correntes de Foucault que faz o disco e a agulha girar no mesmo sentido do ímã. Contudo, o disco é amortecido por um sistema de molas helicoidais presas na estrutura do velocímetro e no eixo de rotação do disco. Veja um exemplo (ver Fig. 1) ilustrado pelo Perito Criminal Wilson Toresan Junior do IGP do Rio Grande do Sul [5].

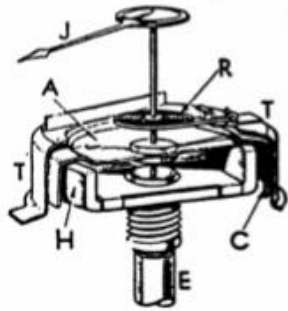


Figura 1. Modelo mecânico.

A resultante das forças que geram torque no disco e a força elástica da mola, que é contrária ao torque do disco, é que vai determinar a posição da agulha no mostrador composto por uma escala de velocidades visíveis ao usuário. Esta posição da agulha indica a velocidade do veículo.

Se a transmissão gira mais rápida, o ímã também aumenta a velocidade de giro, aumentando a força de indução magnética no disco, produzindo maior torque que consegue vencer a resistência da mola, então o ponteiro sofre maior deflexão no sentido horário indicando um aumento de velocidade.

Quando a velocidade do carro é constante, há o equilíbrio entre a resultante no disco e a força de resistência da mola, parando o ponteiro em uma determinada posição.

Quando o sistema de transmissão cessa a rotação do ímã, não há indução no disco então a mola retroage o disco e o ponteiro para posição zero.

2.2. Velocímetro eletrônico ou digital

Um segundo tipo de velocímetro é o eletrônico, que atualmente domina o mercado, inclusive o brasileiro.

Sua base é montada numa placa de um circuito elétrico e o ponteiro é controlado por um motor de passo.

Os motores de passo são utilizados na indústria eletromecânica quando se deseja ter precisão e controle de rotações. O grupo PET Tele [6] do curso de engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense assim descreve os motores de passo.

Os Motores de Passo são dispositivos eletromecânicos que convertem pulsos elétricos em movimentos mecânicos que geram variações angulares discretas. O rotor ou eixo de um motor de passo é rotacionado em pequenos incrementos angulares, denominados “passos”, quando pulsos elétricos são aplicados em uma determinada seqüência nos terminais deste. A rotação de tais motores é diretamente relacionada aos impulsos elétricos que são recebidos, bem como a seqüência a qual tais pulsos são aplicados reflete diretamente na direção a qual o motor gira. A velocidade que o rotor gira e dada pela freqüência de pulsos recebidos e o tamanho do angulo rotacionado é diretamente relacionado com o numero de pulsos aplicados [6].

Existem três tipos de motores de passo: motores de ímã permanente (ver Figs. 2-4), relutância variável e híbrido.

Os modelos a seguir foram consultados a partir de material disponibilizados na internet pelo departamento de engenharia elétrica da UNESP [7].

Quando uma bobina do estator é ativada, o eixo se alinha com o campo magnético até o estator ser desligado e o estator seguinte ser ligado [7].

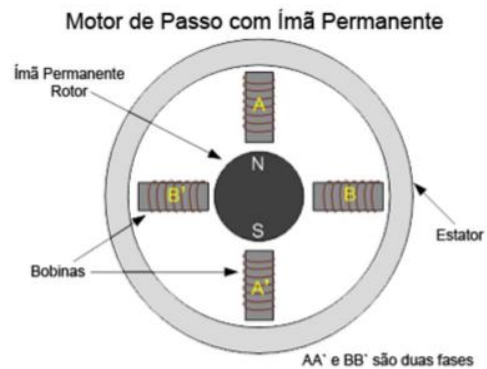


Figura 2. Motor de ímã permanente de duas fases.

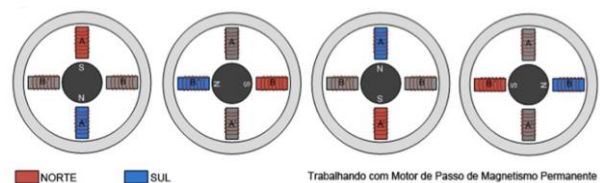


Figura 3. Princípio de funcionamento do motor de passo com ímã permanente.

A resolução do motor de passo com ímã permanente pode ser aumentada através do aumento do número de polos no rotor ou aumento do número de fases.



Figura 4. Métodos para aumentar a resolução do motor de passo.

Diferente dos velocímetros mecânicos, os eletrônicos não têm uma mola pra retornar o ponteiro à posição zero caso aconteça perda de energia. Kuranowski [8] conduziu estudos em velocímetro com motor de passos em veículos da Volkswagen. O autor conduziu testes de bancada de modo a verificar o comportamento do ponteiro do velocímetro quando este instrumento era submetido a uma perda repentina de energia.

Para Kuranowski [8], três parâmetros são fundamentais na análise do motor de passos dos velocímetros, de modo a garantir uma leitura confiável no caso de travamento o ponteiro:

- Constante de tempo, ou seja, verificar se o motor de passos acompanha a velocidade no caso de uma travagem intensa antes da colisão;
- Se o motor de passo para no exato momento da perda de energia;
- A susceptibilidade de o motor de passo sofrer alguma variação de colisão quando em colisões frontais e laterais.

Os testes de bancada indicaram que os ponteiros dos velocímetros testados seguiam a velocidade naturalmente no tempo, mesmo quando eram simuladas frenagens bruscas de 40 m/s^2 , a velocidade indicada no ponteiro ocorre num tempo suficientemente rápido seguindo a mudança da velocidade causada pela desaceleração.

Kuranowski [8] ainda conduziu testes de bancada simulando a queda de energia do velocímetro e comparou com os demais ponteiros, como o marcador de temperatura e de combustível, que geralmente são controlados por motor de passos.

Uma conclusão importante do trabalho de Kuranowski, diz respeito ao fato de que, quando os demais ponteiros também forem controlados por motor de passo, então a confiabilidade de uma leitura no travamento do ponteiro do velocímetro aumenta, se, os demais ponteiros também travarem em posições plausíveis, para a indicação de temperatura e combustível. Pode haver casos, em que os ponteiros da temperatura e do combustível são acoplados a uma mola para produzir o retorno mecanicamente.

3. LEITURA DA VELOCIDADE PELO TRAVAMENTO DA AGULHA APÓS UMA COLISÃO

Um estudo feito por Anderson [9], concluiu que a leitura no velocímetro com o ponteiro travado em alguma posição diferente de zero, pode ou não indicar a velocidade de colisão do veículo. Segundo o autor:

Em geral, a prática de se representar uma leitura residual no velocímetro como sendo a velocidade do veículo no momento do impacto é fortemente contra indicado [9].

As perguntas que deveriam surgir numa investigação é se existe algum padrão para o travamento, já que algumas vezes ele trava; e, se existe esse padrão, se ele representa a velocidade de colisão.

O estudo de Anderson [9] se torna interessante na medida em que busca encontrar a resposta e ao mesmo tempo abre a discussão para o que ele conseguiu observar.

No artigo intitulado “*Post-Collision Speedometer Readings and vehicle Speeds*” Robert D. Anderson [9] fez uma espécie de estudo de casos, a partir da análise de resultados de investigações de acidentes de trânsito. No total foram analisados 43 velocímetros de 33 estudos de casos, que envolveram o acionamento de air bags, colisões frontais de alto impacto, discussões sobre leitura de velocímetro, fotografias e relatórios que descrevem leituras de velocímetros eletrônicos. Demonstraremos aqui apenas alguns casos dos estudos de Anderson escolhidos a título de exemplo.

A seguir um exemplo de Anderson [9] onde o travamento do velocímetro não faz sentido nenhum. Trata-se de uma colisão entre a parte anterior de uma Kawasaki Ninja (ver Fig. 5) contra a lateral de uma SUV Chevrolet Suburban (ver Figs. 6-8).



Figura 5. Kawasaki Ninja.



Figura 6. Chevrolet Suburban.

A Kawasaki freia por 9 m, deixa um espaço de 1,8m e então desliza sobre sua lateral direita por 3,35 m antes de colidir contra a lateral esquerda da Suburban Chevrolet de forma angulada. O piloto é lançado a 17 m a partir do ponto de impacto e sai praticamente ileso.



Figura 7. Velocímetro da Kawasaki.



Figura 8. Velocímetro da Chevrolet.

A velocidade de impacto da Kawasaki foi estimada entre 48 a 58 km/h baseando-se na posição de repouso final do piloto. Claramente os 200 km/h (ver Fig. 7) mostrado pelo ponteiro travado no velocímetro da Ninja não representa a velocidade de impacto.

Um segundo exemplo retratado aqui e demonstrado no artigo de Anderson [9], é de uma colisão na qual um Chevrolet Cavalier (ver Fig. 9) está parado na rodovia e sofre uma colisão na sua traseira, por outro Chevrolet Cavalier (ver Fig. 10).



Figura 9. Veículo Chevrolet Cavalier que se encontrava parado.

A velocidade do veículo impactante foi lida através do Crash Data Retrieval – CDR, um equipamento que

faz a leitura dos dados registrados pela central do Air Bag do Veículo. A leitura no CDR mostrou que o Cavalier estava a 109,4 km/h quando colidiu na traseira do outro veículo.



Figura 10. A velocidade registrada pelo ponteiro após a colisão é muito próxima de zero em torno de 3,2 km/h.

Um terceiro exemplo mostrado a seguir (ver Fig. 11), no Artigo original corresponde ao estudo de caso de número 26, em que uma Ford F-150 colide frontalmente contra um uma camioneta Chevrolet.



Figura 11. Colisão frontal.

Os valores de ΔV , ou seja, variações de velocidades experimentadas pelos veículos durante a colisão [10], lidos na Central de Controle do Air Bag (*Airbag Control Module - ACM*), indicaram que o Ford F-150 sofreu um ΔV de 46,7 km/h enquanto o Chevrolet experimentou um ΔV de 59,5 km/h.

Neste caso o ΔV [10] experimentado pelos veículos colidentes praticamente revela a velocidade de impacto, uma vez que os veículos atingiram a velocidade zero após o impacto, não chegando nem mesmo a se separarem.

As imagens a seguir ilustram os respectivos ponteiros dos velocímetros do Ford -150 (ver Fig. 12) e do Chevrolet (ver Fig. 13).



Figura 12. O ponteiro do velocímetro marca zero.



Figura 13. O ponteiro indica 48 mph o que corresponde a 77,2 km/h.

Mas há casos curiosos, Anderson [8] mostra um deles em que o velocímetro parece indicar a velocidade correta de colisão (ver Fig. 15).

Trata-se de uma colisão traseira em que um Chevrolet Impala colide na traseira de um caminhão parado empurrando o caminhão por 1,2 m para frente (ver Fig. 14). Podemos notar que o velocímetro indica valores próximos a 60 mph e o Event Data Record – EDR (ver Fig. 15) que é uma função que permite gravar os dados no Módulo de Controle Eletrônico, no caso o Módulo de Controle do Air Bag, registrou nos últimos 5 segundos antes da colisão uma velocidade praticamente constante em torno de 62 mph.

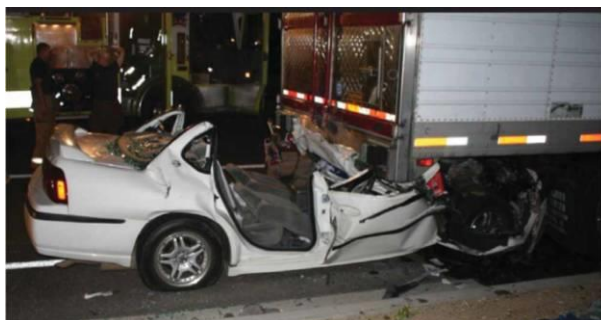


Figura 14. Chevrolet Impala.

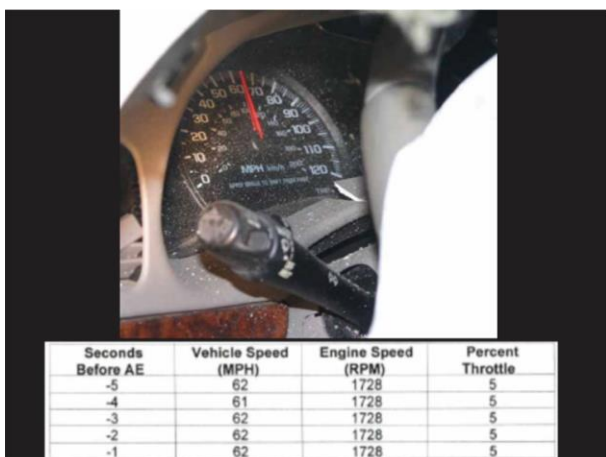


Figura 15. Comparação entre a leitura no velocímetro e a leitura no CDR.

De todos os casos estudados por Anderson [8] apenas 4 (quatro) velocímetros indicaram a velocidade compatível pelo travamento dos ponteiros e 10 indicaram incompatibilidade quando travaram em posições diferente de zero ou fora de escala.

A seguir uma tabela completa dos casos estudados por Anderson [8].

Tabela 1. Resumo dos estudos de casos.

43 leituras de velocímetros em 33 estudos de casos
24 marcaram a posição zero, embora os veículos tenham colidido em movimento
2 leituras (zero) coincidentemente correspondem a velocidade de impacto
2 leituras estavam fora de escala
10 leituras incorretas
3 representaram a velocidade de impacto
1 leitura possivelmente representa a velocidade de impacto
1 desconhecida

Anderson [8] ainda faz uma segunda análise que deve ser levada em consideração, quando se deseja investigar se o travamento do ponteiro pode representar uma leitura consistente com a velocidade de impacto. Ele realiza uma bateria de testes empíricos utilizando velocímetros de mesmo modelo dos veículos dos seus estudos de casos.

“A fim de observar o comportamento mecânico de vários velocímetros, um grupo de painel de instrumentos foram adquiridos” [8].

Segundo ele:

A habilidade de um velocímetro manter a agulha numa posição diferente de zero foi investigada removendo manualmente a capa do velocímetro e manipulando sua agulha [8].

Após vários testes com a agulha o autor chegou a algumas conclusões empíricas dentre as quais podemos destacar. Existem pelo menos dois grupos de velocímetros que podem ser diferenciados pela resistência que suas agulhas apresentam ao movimento, um grupo pode ser considerado aqueles em que o ponteiro do velocímetro apresenta pouca resistência, e outro grupo como sendo os quais suas agulhas apresentam alta resistência ao movimento. Anderson fez o experimento medindo o torque necessário para colocar a agulha em movimento.

Com raras exceções, Anderson [8] observou que o comportamento dos velocímetros cuja agulha tinha baixa resistência ao movimento, suas agulhas podiam ser deslocadas pelo simples rotação do instrumento em ângulo de 90 graus de um lado para outro. O caso mais expressivo foi do Dodge Neon, cujo ponteiro girava junto com o instrumento como se fosse um prumo.

Já no outro grupo, que Anderson [8] classifica como sendo aqueles que têm maior resistência ao movimento, o velocímetro do Volkswagen Golf foi o que apresentou

maior resistência para o movimento da agulha. Similar ao Golf, Impala, Silverado, Sienna e Elantra também exibiram alta resistência ao movimento pela agulha, Anderson relata que:

Inclinando e rotacionando rapidamente de um lado para o outro não se observou nenhum efeito na leitura. Impactando o velocímetro transversalmente ao eixo da agulha foi observado um mínimo efeito em todos exceto no Golf [8].

Outro aspecto citado pelo autor foi que existe uma faixa de valores em que o ponteiro fica parado quando solta-se o ponteiro numa determinada posição, alguns dos testes mostraram que a faixa em que a agulha fica parada varia de instrumento para instrumento.

Alguns paravam em qualquer posição entre 50 e 70 mph, outros a faixa ficou entre 65 e 70 mph. A maior faixa em que o ponteiro ficou posicionado foi entre 30 e 90 mph, quando o soltava naquela posição, isso sempre acontece para o grupo de velocímetros cujo ponteiro apresenta maior resistência ao movimento.

Nos demais casos, as leituras tinham grande propensão a mudar sua posição, devido a vibrações ou movimento do instrumento.

Comparando os testes com seus estudos de casos no travamento do ponteiro do velocímetro, Anderson percebeu que os resultados em que os velocímetros apresentaram leituras diferentes de zero, são muito maiores do que aqueles que apresentam a leitura correta, uma vez que, a maioria dos instrumentos utilizados nas rodovias Americanas é do primeiro tipo, ou seja, com as agulhas que tem baixa resistência ao movimento, e não ficam paradas quando solta-se o ponteiro em uma posição diferente de zero.

Contudo, o estudo parece sugerir que, no outro grupo de velocímetros que tem alta resistência ao movimento do ponteiro, haveria uma propensão maior de manter a posição do ponteiro, quando a energia ou a força eletromagnética é desligada no caso de uma colisão. Desde que a perda de energia coincidissem com o momento da colisão, então é lógico, que nesse caso, o ponteiro registraria a velocidade de colisão.

Um fato importante a ser mencionado, é que existe um “*delay*”, entre o instante da colisão e a perda da energia no velocímetro, o que irá permitir ao ponteiro girar certo ângulo, antes de travar, indicando uma velocidade menor de pós-colisão. Além da possibilidade de forte frenagem, guinadas bruscas e outras explicações, uma vez que, em um dos estudos de casos de Anderson, a velocidade reconstruída, ficou de 10 a 15 mph acima da velocidade lida no ponteiro travado do velocímetro.

Existem, ainda, outras considerações a serem abordadas, que fogem ao escopo deste trabalho, mas que

vale a pena mencioná-las aqui uma vez que estão intimamente relacionadas.

Um fenômeno que o perito deve se atentar para o caso de se analisar uma colisão e o painel de instrumento, é a marca que pode ser deixada pela agulha no fundo do mostrador do velocímetro, conhecido nos Estados Unidos como “*Needle Slap*”.

No Brasil a norma NBR 7817 que tratava das condições para aceitação dos medidores de velocidade (velocímetros) foi cancelada em setembro de 2012, e até o momento nenhuma outra norma foi editada pelo órgão para substituí-la.

4. EVOLUÇÃO DOS MODELOS DE VELOCÍMETROS

A seguir, ilustramos três tipos de velocímetros que retratam bem sua evolução no tempo:

4.1. Modelos mecânicos / eletromecânicos

Seu funcionamento se dá pelo giro do ímã na ponta do cabo de acionamento (ver Figs. 16-20), que induz as chamadas correntes de Foucault no disco solidário ao ponteiro. Importante lembrar, que nesse caso, o ponteiro é solidário a uma mola helicoidal, que fará seu retorno para a posição zero, quando o ímã parar de girar.



Figura 16. Modelo mecânico.



Figura 17. Conexão na parte traseira do velocímetro por uma espécie de mandril.

Os eletromecânicos também têm seu funcionamento pela indução magnética do imã, que gira na ponta do cabo de acionamento, a diferença é só no comando que é transmitido por um sensor no lugar de um mandril.

bancada em laboratório, visitamos uma empresa autorizada para aferição e conserto de velocímetros e tacógrafos, de um fabricante de velocímetros da marca VDO na cidade de Campo Grande/MS.



Figura 18. Modelo eletromecânico.



Figura 21. Modelo digital.



Figura 19. Conexão por sensor hall.



Figura 22. Parte de traseira controlada por motor de passo.



Figura 20. Parte traseira.

4.2. Modelo digital

Nesse modelo (ver Figs. 21-22), o controle do ponteiro se dá por um motor de passo.

5. TESTES PRÁTICOS

5.1. Modelo digital

Visando melhor entender o funcionamento dos velocímetros, bem como efetuar alguns testes de

Foram realizados alguns testes pelo autor deste trabalho, em quatro velocímetros, sendo três mecânicos e um digital, os quais foram submetidos a uma simulação de bancada, ligados a um equipamento que simula a velocidade do veículo enquanto o ponteiro do velocímetro registra a velocidade.

Os testes consistiram em simular a velocidade de um veículo através do equipamento específico de calibração acoplado aos velocímetros. A fim de verificar o comportamento dos ponteiros dos velocímetros, quando estes forem submetidos à perda brusca de energia, foi retirado o cabo de alimentação do velocímetro no momento em que este marcava determinada velocidade, comandada pelo equipamento de calibração.

Os três velocímetros mecânicos pertenciam a diferentes veículos: Ford F-1000, VW Santana e Ford F-350, sendo o da F-1000 com o imã ligado diretamente no cabo de acionamento por um mandril e os outros dois por um sensor hall.

Para os dois primeiros tipos de velocímetros considerados mecânicos, os ponteiros registravam as velocidades de acordo com o equipamento. Quando o técnico retirava o cabo de alimentação de energia do

velocímetro os ponteiros voltavam para a posição zero, quase que instantaneamente. Já, para o velocímetro da F-350, o ponteiro ficou parado na posição de 120 km/h (ver Fig. 23), no entanto, aplicando simples solavancos na parte superior do equipamento com a mão, o ponteiro começou a voltar para a posição zero aos poucos (ver Fig. 24).



Figura 23. Modelo eletromecânico: ponteiro travado a 120 km/h (F-350).



Figura 24. Ponteiro retornado aos poucos para a posição zero devido às batidas com a mão na parte superior de equipamento.

O quarto velocímetro, era do modelo digital, e primeiro com o velocímetro em mãos, livre de qualquer alimentação, com o dedo podíamos ajustar o ponteiro em qualquer posição (ver Figs. 25-26), e o ponteiro ficava parado ali, isso não acontece com os modelos mecânicos, pois nesses o ponteiro volta para a posição zero sozinho, retroagido pela força da mola.



Figura 25. Ajustando a agulha com o dedo.

O próximo teste consistiu em verificar o que aconteceria com o ponteiro ao desligar a alimentação do velocímetro, agora ligado ao equipamento que simula a velocidade do veículo.

Ao efetuarmos o teste, verificou-se que o velocímetro ficou com o ponteiro parado na posição

exata em que estava quando foi retirada a alimentação, no caso 60 km/h (ver Figs. 27-30)



Figura 26. A agulha parada na posição ajustada manualmente.



Figura 27. Velocidade a 100 km/h.



Figura 28. Ponteiro retornando próximo a 80 km/h.



Figura 29: Ponteiro retornando próximo a 70 km/h.



Figura 30. Agulha travou a 60 km/h quando se retirou a energia.

Em seqüência, com o velocímetro desligado, indicando 60 km/h em decorrência da retirada da

alimentação, realizou-se outro teste, que consistiu em aplicar alguns solavancos com a mão no velocímetro, bem como girar rapidamente em varias posições o velocímetro para verificar o que aconteceria com o ponteiro, o resultado é que naquele modelo testado, o ponteiro não variou nada, observando-se a olho nu.

6. CONCLUSÕES

O travamento do ponteiro do velocímetro pode acontecer sob certas circunstâncias, isso é notado em vários casos reais acompanhados pela comunidade pericial e algumas vezes mostrados pela mídia.

Entretanto, estudos até hoje efetuados indicam que esse fato, quando registrado, não deve ser tomado como suficiente para a conclusão da velocidade desenvolvida pelo veículo na colisão. Outros fatores, tais como circunstâncias de frenagens bruscas antes da colisão, derrapagens, quedas de taludes, saltos, etc, que podem ocorrer depois de uma colisão, podem influenciar no posicionamento final do ponteiro do velocímetro.

Na conclusão do principal artigo que norteou este trabalho, o autor [8] conclui que, para a leitura no velocímetro representar a velocidade de impacto, o tipo de velocímetro tem que estar no grupo daqueles que a agulha tem alta resistência ao movimento e principalmente a perda de energia deve ser coincidente com o exato momento de impacto.

Os testes práticos realizados, realmente mostraram que o velocímetro digital trava seu ponteiro na exata posição quando perde a alimentação elétrica, constatado no modelo testado. Esse fato, bem como, os estudos realizados por Anderson [8], mostram que nos casos em que há a perda da alimentação no exato momento da colisão, para veículos portadores de velocímetros digitais, o ponteiro irá retratar a velocidade de colisão.

Contudo, uma conclusão mais apropriada desse estudo diz respeito à cautela que sempre deve existir numa investigação de velocidade a partir do travamento do ponteiro do velocímetro, considerando todos os aspectos particulares de cada caso em si, além de que esse fato não deve ser utilizado como única prova da velocidade de colisão, ele deve corroborar com os demais métodos de cálculo de velocidade, quando os outros métodos forem utilizados e o ponteiro travado corroborar com o mesmo valor, então o perito tem um elemento a mais na sua conclusão.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece o apoio dos colegas peritos da Coordenadoria Geral de Perícias do Estado de Mato Grosso do Sul, pelas contribuições que enriqueceram este trabalho e a Associação Brasileira de Criminalística, por promover o fortalecimento da perícia criminal no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] H.P. Carvalho, A. Armigliato, L.L. Almeida, A.R. Correia, C.R. Muis. Análise probabilística de colisões veiculares pelo método de Monte Carlo. *Rev. Bras. Crimin.* **5(1)**, 46-50, 2016.
- [2] Resolução nº 509, de 27 de Novembro de 2014. Disponível no sítio eletrônico <http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/Resolucao5092014.pdf>. Acesso em 26 de outubro de 2016.
- [3] C.A. Andrade, J.L. Farias, J.A. Gomes. Speed determination at the accident scene: needle slap effect. *Rev. Bras. Crimin.* **4(2)**, 7-18, 2015.
- [4] W. Harris. *How Speedometers Work*. Retirado em 10/02/2016, de <http://www.howstuffworks.com/Car-Driving-Safety/Safety-RegulatoryDevices/Speedometer.htm>.
- [5] W. Toresan Junior. *O Registro permanente do ponteiro do velocímetro de veículos automotores, após um evento de colisão, utilizado como elemento para perícia em acidente de trânsito*. Revista do Instituto Geral de Perícias (IGP) do Rio Grande do Sul, 2007.
- [6] F.G. Brites, V.P.A. Santos. Motor de passo. Pet Tele Universidade Federal Fluminense. Niterói/RJ, 2008.
- [7] <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/aula3-motor-de-passo-2013-1-13-03-2013-final.pdf>.
- [8] A. Kuranowski. *Reliable determination of impact velocity on the basis of indications of the speedometer stopped after The collision*, Proceedings of the 6th International Scientific Conference TRANSBALTICA, 2009.
- [9] R. T. Anderson. Post collision speedometer readings and vehicle impact speeds. *Collision Magazine: The International Compendium for Crash Research* **5(2)**, 32-41, 2010.
- [10] S.G. Shelby. *Delta-V as a measure of traffic conflict severity*. 3rd International Conference on Road Safety and Simulati. September 14-16, Indianapolis, USA, 2011.