

Ensaio de Estrada no Controlo Metrológico dos Cinemómetros no Instituto Português da Qualidade

O. Pellegrino

Laboratório Central de Metrologia, Instituto Português da Qualidade
Rua António Gião 2, 2829 – 513 Caparica, Portugal; e-mail: opellegrino@mail.ipq.pt

Resumo

Uma das actividades do LCM no IPQ é o controlo metrológico dos cinemómetros utilizados na fiscalização do trânsito automóvel, em que são executados ensaios em laboratório e em condições reais, em estrada. Neste poster, é apresentada uma breve descrição dos ensaios de estrada do controlo metrológico dos cinemómetros. Em particular, analisa-se as potencialidades e limitações dos cinemómetros de referência. Efectua-se a comparação de dados obtidos com dois sistemas, um cinemómetro-radar de alta resolução e um receptor GPS móvel comercial, com o cinemómetro de referência do IPQ, um cinemómetro por efeito Doppler de alta resolução. É discutida uma estimativa dos balanços de incerteza associados.

Introdução

Os ensaios para as diferentes operações do Controlo Metrológico dos cinemómetros (Aprovação de Modelo, Primeira Verificação e Verificações Periódicas) são efectuados no Laboratório de Fotometria, Radiometria e Radiofrequências (LFR), do Laboratório Central de Metrologia (LCM), no Instituto Português da Qualidade (IPQ) [1].

Actualmente, existem duas categorias de cinemómetros utilizados para a fiscalização das velocidades nas estradas portuguesas pela Polícia de Segurança Pública e pela Guarda Nacional Republicana. Para os cinemómetros a efeito Doppler, denominados de cinemómetros-radares, a mudança do valor da frequência (f_D) da radiação (de comprimento de onda λ) emitida e reflectida sobre um objecto em movimento dá-nos a velocidade deste objecto (v) através da relação: $f_D = 2v \cos \alpha / \lambda$ (onde α é o ângulo entre a direcção de propagação da radiação e a direcção da velocidade \vec{v} do objecto-alvo). Para os cinemómetros-vídeo, a velocidade do veículo fiscalizado é dada pela velocidade do carro fiscalizador que o

persegue a uma velocidade relativa nula sobre uma distância predefinida.

O objectivo dos ensaios de estrada do Controlo Metrológico é de verificar que os requisitos enunciados pelos despachos de Aprovação de Modelos de cinemómetros, i.e. o erro máximo admissível (e.m.a.) das velocidades medidas, são cumpridos. Dadas as diferenças de categoria de cinemómetros, apresentam-se diferentes metodologias para os ensaios de estrada com os respectivos cinemómetros de referência. No caso dos cinemómetros-radares, trata-se de comparar as velocidades indicadas pelo cinemómetro em ensaio com as obtidas por um cinemómetro de referência, também cinemómetro-radar, quando a medir a velocidade dum veículo passando sob o feixe da antena. Este método pode ser eventualmente um método estatístico quando um fluxo de veículos passar em frente da antena dos cinemómetros. No caso dos cinemómetros-vídeo, compara-se as velocidades indicadas no cinemómetro em ensaio com as obtidas por um cinemómetro de referência, quando a medir a velocidade constante e controlada dum veículo-alvo, onde também está instalado o cinemómetro de referência. Apesar de não ser um método estatístico, este método é adequado para todas as categorias de cinemómetros em ensaio. Com efeito, a passagem do veículo-alvo com velocidade constante em frente do cinemómetro-radar permite a comparação das velocidades medidas pelos cinemómetros-radares em medição. E esta é a metodologia que consideramos nos ensaios de estrada e que propomos neste trabalho.

Meios Utilizados

Os ensaios de estrada são efectuados numa pista em linha recta de 2 quilómetros de comprimento, da Força Aérea Portuguesa, na Ota.

Ao lado desta pista, foi construído um suporte em betão a fim de poder utilizar o cinemómetro-radar de resolução elevada, o HADER, da SAGEM. Este equipamento

foi calibrado pelo fabricante e pelos serviços nacionais do Controlo Metrológico de França e os valores de calibração permitem a sua classificação como cinemómetro de referência. A incerteza de calibração sobre a velocidade medida é 1% do valor da velocidade [2].

Esta pista permite a recepção duma constelação de sinais emitidos por no mínimo 8 satélites. Para o receptor GPS utilizado, o Garmin modelo 76 trabalhando com uma antena exterior GBR-27, esta cobertura corresponde a uma incerteza anunciada pelo fabricante de 4 metros sobre a localização geográfica. Os sinais enviados pelos satélites são recebidos com uma taxa de 1 Hz. Este equipamento foi calibrado no Laboratório de Trânsito da Metrologia e Acreditação Suíça (METAS), com uma incerteza de calibração sobre a velocidade medida de 0,2 km/h [3]. Este valor permite classificar este equipamento como cinemómetro de referência. A utilização duma antena receptora do sinal GPS diferencial (DGPS), que corrige as posições enviadas pelos satélites, permite diminuir a incerteza sobre a localização geográfica e, sobretudo, informar sobre a qualidade do sinal GPS, detectando qualquer falha em 10 segundos [4]. A antena DGPS é uma Satsig 300DBR e possui uma incerteza sobre a localização geográfica anunciada pelo fabricante, aproximadamente de 1 metro.

A comunicação por painel apresentará os primeiros resultados adquiridos com este equipamento.

A metodologia adoptada para os ensaios de estrada consiste em medir a velocidade em várias passagens dum veículo-alvo que transporta o receptor GPS, para as velocidades de 50 km/h, 70 km/h, 90 km/h, 110 km/h e 130 km/h. Consoante a operação do Controlo Metrológico, são efectuadas três ou cinco passagens a cada velocidade controlada do veículo-alvo e considerados respectivamente valores diferentes de e.m.a.

Resultados e Discussão

As especificações do fabricante anunciam uma incerteza expandida de 0,4 km/h ($k=2$) sobre a velocidade, diferente da incerteza de calibração. Com efeito, a utilização da filtragem de Kalman no receptor GPS diminui este valor no caso dum movimento rectilíneo com velocidade constante [5]. Por outro lado, foi confirmado durante a

calibração do receptor GPS que esta filtragem causa um desvio temporal de 1 a 2 segundos relativamente ao sinal enviado pelos satélites. O procedimento utilizado para calcular a velocidade deste cinemómetro de referência permite a eliminação do efeito devido a este desvio temporal.

Durante os ensaios, após a passagem do veículo-alvo, a velocidade associada ao receptor GPS é estimada calculando o valor médio das velocidades recebidas no intervalo da duração da passagem que é superior a 20 segundos. A incerteza expandida associada ao valor da velocidade da passagem tem em conta o valor da incerteza associada à calibração e o valor da incerteza associada à repetibilidade de medição com este cinemómetro de referência. A Figura 1 apresenta os valores de velocidades recebidas durante uma passagem em que se obteve um valor da velocidade associada igual a $v = (104,7 \pm 0,25)$ km/h.

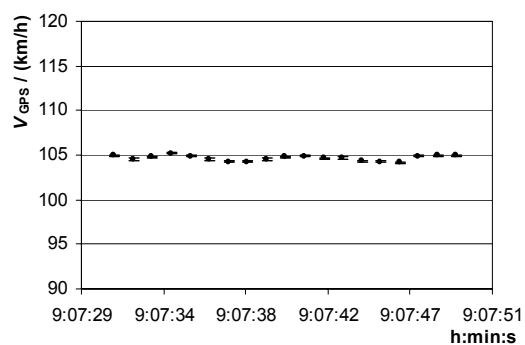


Figura 1 – Valores das velocidades recebidas pelo receptor GPS durante uma passagem à velocidade $v = (104,7 \pm 0,25)$ km/h.

Consoante o modelo considerado, a velocidade apresentada por um cinemómetro-radar é igual ao valor médio ou ao valor mais provável das velocidades medidas através da recolha duma centena de valores de frequências Doppler (entre 1 kHz e 20 kHz) correspondente à passagem do veículo-alvo sob o feixe da antena. A largura do feixe da antena é, portanto, a distância onde o cinemómetro-radar calcula a velocidade do veículo-alvo. Inferior a 15 metros, esta distância é muito inferior à percorrida pelo veículo-alvo levando o cinemómetro receptor GPS, entre 200 metros e 500 metros, de duração superior a 20 segundos para o cálculo da sua velocidade associada. Estas considerações garantem que, as diferentes categorias de cinemómetros de referência utilizados para os ensaios de estrada, medem a mesma velocidade.

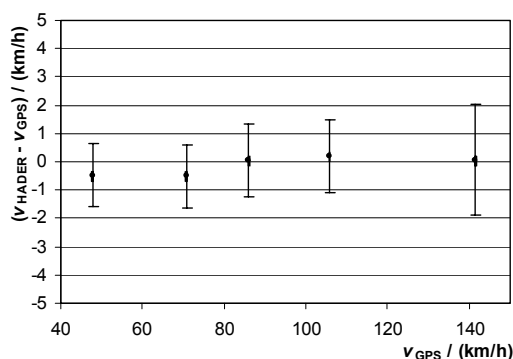


Figura 2 – Desvios entre os valores das velocidades medidas pelo cinemómetro HADER e os das medidas pelo receptor GPS de referência do LFR.

Todas as velocidades medidas e calculadas pelos cinemómetros de referência são agrupadas num intervalo de largura 10 km/h. Os valores médios e incertezas expandidas dos desvios entre as velocidades dos cinemómetros de cada intervalo são calculados. A Figura 2 apresenta estes resultados em função do valor médio das velocidades do receptor GPS do intervalo respectivo.

Considerando as incertezas expandidas ($k=2$), observa-se que os desvios entre medições de velocidades com os dois cinemómetros de referência ficam no intervalo $[-2 \text{ km/h}; 2 \text{ km/h}]$, independentemente das velocidades de ensaio. As diferenças de indicação de velocidades são sempre inferiores aos valores de e.m.a. para os cinemómetros aprovados em Portugal e, quando consideramos apenas os desvios nas medições de velocidades, constata-se que o valor nesta gama é inferior a 1 km/h.

Os desvios-padrão associados aos cinemómetros de referência, claramente estimados pelas calibrações respectivas, permitem estimar a contribuição da incerteza devida à repetibilidade dos cinemómetros na incerteza global. Quase sempre inferior a 1 km/h, esta contribuição é suficiente para os ensaios de estrada que fazem parte da operação do Controlo Metrológico dos cinemómetros em Portugal. No entanto, não se observa nenhum padrão regular na variação desta incerteza com a velocidade de ensaio, o que nos obriga a considerar procedimentos melhor controlados para a comparação dos cinemómetros de referência do que o utilizado nos ensaios de estrada do Controlo Metrológico.

Conclusão

Este texto apresenta a comparação das velocidades medidas pelos dois cinemómetros de referência utilizados pelos ensaios de estrada do Controlo Metrológico dos cinemómetros pelo Instituto Português da Qualidade. Trata-se dum cinemómetro-radar de alta resolução, o Hader, e dum receptor GPS associado a um antena exterior.

As diferenças observadas entre as velocidades medidas pelos dois cinemómetros é inferior a 1 km/h pelo que é possível utilizar o receptor GPS como cinemómetro de referência em substituição do Hader. No entanto, a utilização do receptor GPS é condicionada às condições de recepção dos sinais dos satélites e à metodologia aqui apresentada.

Finalmente, da análise dos componentes de incerteza sobre os desvios de velocidades observados, este trabalho demonstrou que esta metodologia precisa de ser melhor controlada para comparações de cinemómetros de alta resolução.

Referências

- [1] O. Pellegrino, "Periodical Verifications of car speedometers at the Portuguese Institute for Quality", "International Congress of Metrology", Saint-Louis (France), 2003. O. Pellegrino, "Controlo Metrológico dos Cinemómetros", "SPMet. 1º Encontro Nacional", Caparica (Portugal), 2004.
- [2] SAGEM, Comunicação particular, 2003.
- [3] W. Fäsel, Leiter Labor Verkehr, Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung (METAS), comunicação particular, 2004.
- [4] L. Sardinha Monteiro, T. Moore, C. Hill, "What is the accuracy of DGPS?", The Journal of Navigation (2005) 58, 207-225.
- [5] D. Milbert, comunicação particular.