

Automação do processo de leitura de velocidade de discos e fitas diagrama de cronotacógrafos

Automation of the speed reading procedure of diagram charts and of tachograph papers

Thiago Menegotto¹, Antônio C. Vargas¹, Márcio R. de Oliveira¹

¹ Superintendência do Inmetro no Rio Grande do Sul, Av. Berlim, nº 627, CEP 74170-110, Porto Alegre.

E-mail: tmenegotto@inmetro.rs.gov.br

Resumo: Neste trabalho apresenta-se o desenvolvimento de uma aplicação em LabVIEW[®] para a automação do processo de leitura de velocidade de discos e fitas diagrama de cronotacógrafos. A aplicação foi validada por comparação com o método de leitura utilizado atualmente. Os resultados indicam que a automação pode ser vantajosa em termos de custo e reprodutibilidade das medições.

Palavras-chave: cronotacógrafo; disco diagrama; verificação metrológica; automação; metrologia legal.

Abstract: This work presents the development of a LabVIEW application for automated speed reading of diagram charts and tachograph papers. The application was validated by comparison against the currently used reading method. The results indicate that the automated process can be advantageous in terms of cost and measurement reproducibility.

Keywords: tachographs; diagram chart; metrological verification; automation; legal metrology.

1. INTRODUÇÃO

O Código de Trânsito Brasileiro, em 1997, tornou obrigatório o uso de cronotacógrafos em veículos de carga com peso bruto acima de 4356 kg, em veículos de passageiro com mais de 10 lugares, em veículos escolares e cargas perigosas [1]. Posteriormente, com a publicação da Resolução Contran nº 92/99 [2] e Portaria Inmetro nº 201/2004 [3], foi definida uma série de requisitos técnicos, estabelecendo as regras de uso,

aprovação de modelo, instalação e fiscalização dos cronotacógrafos, criando um conjunto de obrigações legais para fabricantes, autoridades fiscalizadoras, transportadoras e condutores dos veículos.

Esse instrumento é utilizado para indicar e registrar a velocidade e a distância percorrida pelo veículo, em função do tempo decorrido, assim como os parâmetros relacionados com o condutor

do veículo, tais como: o tempo de trabalho e os tempos de parada e de direção.

Essas informações podem, por exemplo, ser utilizadas na elaboração de laudos periciais de acidentes.

Por tratar-se de um instrumento de medir sujeito a verificação compulsória, cabe ao Inmetro a atribuição legal de realizar a verificação desse equipamento.

Para a efetiva implementação do processo de verificação, o Inmetro adotou um modelo descentralizado, por meio do credenciamento de postos de serviços, responsáveis pelas etapas de selagem e ensaio dos instrumentos.

A validação dos ensaios realizados pelos postos credenciados é feita por meio do envio físico do registro do ensaio (disco ou fita diagrama) aos órgãos delegados da rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade – Inmetro (RBMLQ-I), responsáveis pela leitura do disco ou fita diagrama e emissão do certificado de verificação, em caso de aprovação do ensaio. Nessa verificação, é avaliado se o registro da velocidade está dentro do erro máximo admissível.

O processo atual da leitura do registro de velocidade requer intervenção humana por meio do uso de um sistema de medição com um micrômetro digital e uma câmera acoplada.

Neste trabalho, apresenta-se uma abordagem alternativa para a leitura da velocidade, utilizando apenas a imagem capturada pela câmera. O processo foi automatizado com a elaboração de uma aplicação em LabVIEW®, capaz de identificar a região de interesse e realizar a leitura da velocidade registrada com intervenção humana mínima.

2. LEITURA DE VELOCIDADE

2.1 Processo atual – leitura com micrômetro

O processo atual utiliza um dispositivo desenvolvido na Superintendência do Inmetro no RS (Surrs) e consiste de um micrômetro digital com uma câmera acoplada na extremidade de um eixo. A câmera captura a imagem de um plano perpendicular ao deslocamento do eixo, que é acionado pelo micrômetro. Esse sistema está esquematicamente representado na figura 1.

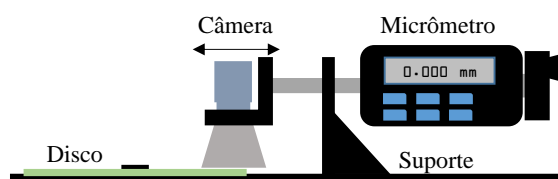


Figura 1 – Dispositivo para a leitura de discos e fitas diagrama.

A metodologia para a leitura da velocidade registrada em um disco diagrama pode ser exemplificada passo a passo conforme mostrado na figura 2.

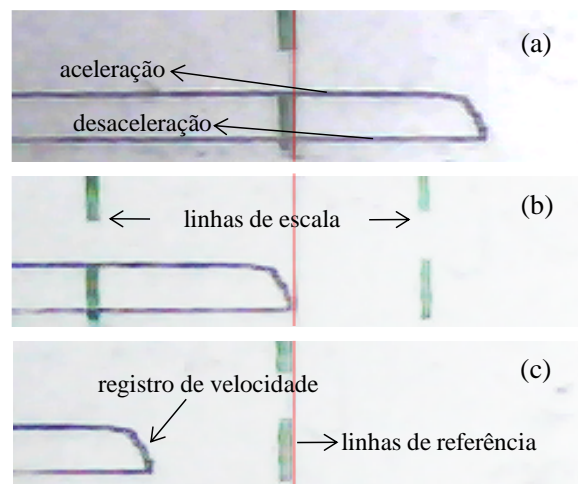


Figura 2 – Etapas da leitura da velocidade de um disco diagrama utilizando um micrômetro (detalhe ampliado da região do registro do ensaio).

Primeiramente, a região do ensaio deve ser posicionada em frente à câmera e alinhada de forma que as linhas de aceleração e desaceleração fiquem paralelas ao eixo do micrômetro (figura 2(a)). Em seguida, deve-se utilizar o micrômetro

para posicionar a linha de referência (destacada em vermelho na figura 2) tangente à linha tracejada da escala gravada no disco. No exemplo, essa linha corresponde a velocidade de 40 km/h (figura 2(a)). Isso ocorre porque a velocidade recomendada para o ensaio é de 50 km/h. O micrômetro deve ser zerado nessa posição.

Em seguida, a linha de referência deve ser deslocada de forma a tangenciar o pico do registro de velocidade (figura 2(b)). O valor do deslocamento, x_{v-40} , é anotado.

O próximo passo é deslocar a linha de referência até a próxima linha tracejada de escala do disco, que usualmente equivale a 60 km/h. O valor anotado agora equivale a distância entre as linhas da escala, x_{60-40} .

A velocidade máxima no registro é então calculada utilizando a equação:

$$v \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right] = 40 + 20 \frac{x_{v-40}}{x_{60-40}}. \quad (1)$$

O processo descrito acima pode ser aplicado para qualquer velocidade tomando-se sempre as linhas inferior e superior da escala do disco como referência.

No caso das fitas diagrama, além do processo acima, também é necessário verificar o deslocamento da base do registro em relação à linha de escala da fita correspondente à velocidade zero.

2.2 Processo automatizado com aplicação em LabVIEW®

Considerando a oportunidade de melhoria latente no processo descrito acima, foi elaborado uma aplicação em LabVIEW® para realizar leituras dos discos e fitas diagramas com a menor intervenção possível do técnico.

A figura 3 mostra uma captura da tela da aplicação, assim como uma ampliação da região do registro da velocidade no disco.

Para a determinação da velocidade com a aplicação, posiciona-se o ensaio alinhado na região

de captura da câmera. A velocidade é então calculada de forma automática e são traçadas linhas de referência nas posições tomadas para o cálculo.

Com a aplicação, não há necessidade de se utilizar o micrômetro. Esse, pode ser substituído por outro dispositivo mais simples para centralizar a imagem em relação ao eixo horizontal.

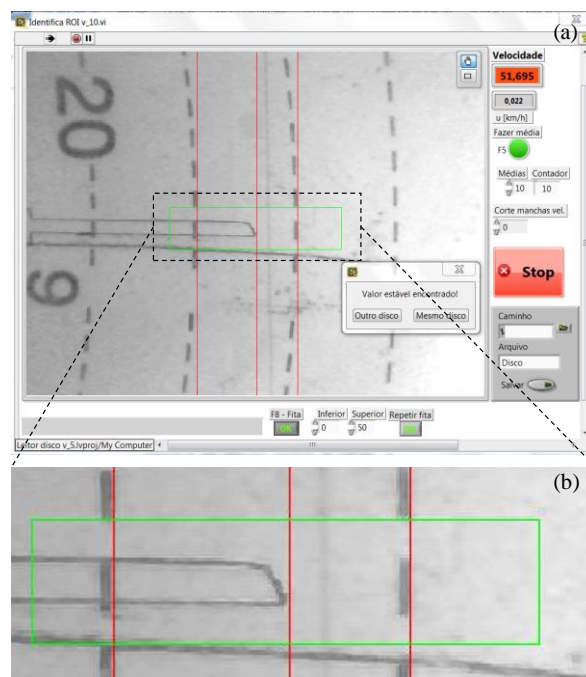


Figura 3 – (a) Captura da aplicação em LabVIEW® para leitura de disco e fitas diagrama. (b) Detalhe ampliado da região do registro do ensaio.

A aplicação também conta com um modo de operação com o qual o usuário seleciona manualmente as linhas de referência para cálculo de velocidade. Esse modo é especialmente útil para fitas diagrama que apresentam deslocamento da base do registro em relação à linha de escala correspondente à velocidade zero.

3. COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS

Para validar o método, foram utilizados dez discos e dez fitas diagrama provenientes de ensaios selecionados aleatoriamente, dentre os enviados por postos de ensaio à Superintendência do Inmetro no RS - Surr. Cada registro foi lido por sete diferentes técnicos em um mesmo micrômetro. Em seguida, o

processo foi repetido substituindo-se a leitura com o micrômetro pela aplicação em LabVIEW®.

A figura 4 apresenta o erro normalizado, calculado como a diferença entre os valores lidos pelo micrômetro e pela aplicação dividida pela incerteza expandida. A incerteza expandida ($k=2$) utilizada para o cálculo foi obtida de [4] e corresponde a 0,44 km/h para os discos diagrama e a 0,64 km/h para fitas. Os resultados são considerados equivalentes uma vez que o erro normalizado é menor do que um.

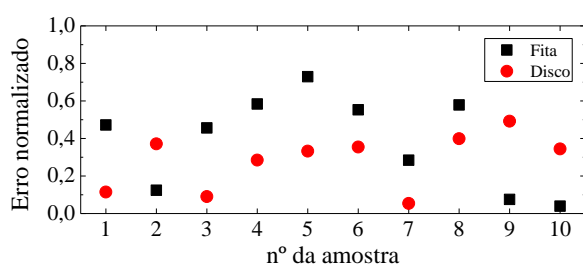


Figura 4 – Erro normalizado para um conjunto de dez fitas e dez discos lidos na comparação entre os métodos.

A figura 5 apresenta o desvio padrão das medidas realizadas com o micrômetro e com a aplicação para cada um dos discos.

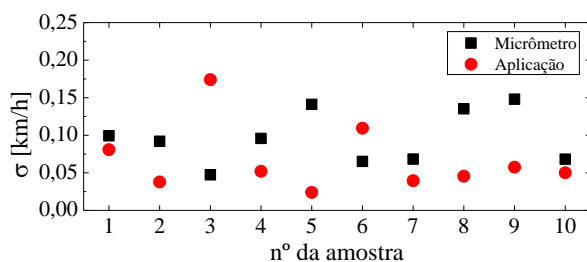


Figura 5 – Desvio padrão das medições realizadas com o micrômetro e com a aplicação em discos.

Os resultados da figura 5 mostram que na maior parte dos casos as medições com a aplicação apresentam um menor desvio padrão do que aquelas realizadas com o micrômetro. As amostras #3 e #6 nas quais o desvio padrão com o micrômetro foi menor do que com a aplicação, correspondem aos casos em que foi necessária

maior intervenção humana. Essas situações ocorrem quando existe alguma marcação no disco que dificulta a determinação automática da velocidade pela aplicação.

4. CONCLUSÃO

O processo de medição com o micrômetro é relativamente simples, mas passível de erros uma vez que requer o julgamento do técnico para determinar a posição das linhas de referência. Além disso, pequenos deslocamentos do disco ou fita em relação à base durante o processo de acionamento do micrômetro podem introduzir erros adicionais de medição. Nesse sentido, a introdução de um método automático para a medição pode mostrar-se vantajoso.

Os resultados indicam que: i) as leituras com a aplicação são equivalentes dentro da incerteza expandida da medição; ii) a aplicação apresenta uma melhor reprodutibilidade nas medidas quando comparada ao micrômetro; iii) o custo estimado de um sistema câmera e software é consideravelmente menor do que o custo do sistema câmera e micrômetro digital, inclusive do ponto de vista de manutenção, por conta do desgaste mecânico do dispositivo e substituição periódica das baterias.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Brasil, Código de Trânsito Brasileiro: Lei nº 9.503 de 23-9-97, Brasília: DENATRAN, 1997.
- [2] Brasil, Resolução nº 92 de 4-5-99, Brasília: DENATRAN, 1999.
- [3] Brasil, Portaria Inmetro nº 201 de 02-12-04, Rio de Janeiro: INMETRO, 2004.
- [4] Tiago Moraes, Incerteza de Medição de Diagramas de Velocidade para Verificação de Cronotacógrafos, Porto Alegre: Inmetro-RS, 201-, relatório interno.