

Medição por Sensoriamento Remoto: o método moderno que supera a inspeção convencional de emissões

Resumo

O controle de emissões em veículos trouxe inovações tecnológicas que já as reduziram em mais de 50 vezes, chegando a 100 vezes em alguns casos. Consequentemente, os métodos tradicionais de inspeção de veículos tornaram-se obsoletos e também precisam acompanhar esta evolução tecnológica.

O método e os equipamentos de medição por sensoriamento remoto destacam-se neste aspecto e trazem de volta a possibilidade de avaliar a emissão de qualquer poluente, em qualquer tipo de veículo e nas condições reais de utilização. Além disso, trata-se de um método de baixo custo e extrema produtividade.

Princípios da inspeção veicular

A inspeção veicular de emissões é um recurso previsto pelo CONAMA para induzir a sociedade à prática da manutenção preventiva e também refrear as “personalizações” dos veículos que comprometem os sistemas de controle do veículo e levam ao aumento das emissões.

A inspeção tradicional consiste em uma avaliação de fácil execução fora de laboratórios, expedita e de baixo custo, que se correlacione com algum aspecto da estratégia de controle de emissões e indique a sua conformidade com a regulamentação ambiental, minimamente.

No caso dos motores do ciclo Otto (gasolina, flex e GNV) a medição de CO e HC em marcha lenta é o indicador da regulação correta; as mesmas medições em 2500RPM confirmam se o catalisador está operando. Este método não é sensível a outros aspectos, como a emissão de NOx.

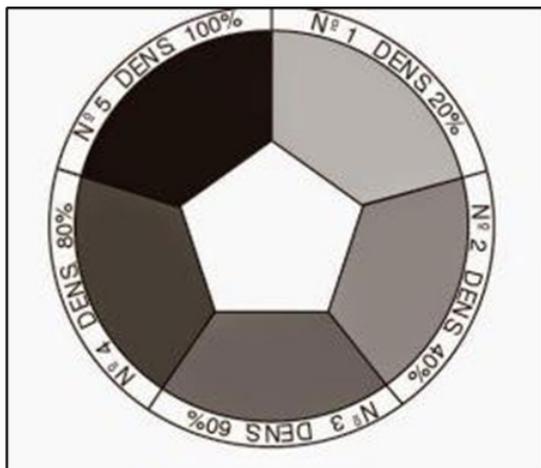
Antes da criação do PROCONVE, a observação visual era suficiente para identificar veículos Diesel desregulados. Desde as primeiras fases deste Programa, a medição da opacidade em aceleração livre mediante o acionamento brusco do acelerador **passou a ser** o indicador do atendimento ao limite máximo da emissão de particulados, nos motores com controles mecânicos, por elevar a injeção de combustível a valores próximos aos máximos.

Entretanto, o grande aumento do rigor dos limites de emissão trouxe o gerenciamento eletrônico do motor e do veículo, que atua digitalmente em cada regime de funcionamento, que passaram a ter controles independentes. Este fato praticamente invalidou os métodos de inspeção tradicionais, que se baseiam na semelhança observada entre situações reais e as escolhidas para os testes.

Evolução do controle de material particulado e sua inspeção

Quando a emissão de MP era da ordem de 1000 mg/kWh, a emissão de fumaça de um veículo em “bom estado” situava-se entre os índices Ringelmann #2 e #3, os quais foram estabelecidos em Lei na década de 70.

Na fases 1 a 5 do PROCONVE, a emissão de MP foi reduzida a 200mg/kWh, levando a índices inferiores a Ringelmann #1, de forma que este método continuou a identificar **apenas** os casos mais extremos de desconformidade, mas foi necessário implantar o método de medição de fumaça por opacímetros baseados na absorção de luz visível. Os demais poluentes nunca foram inspecionados nos motores Diesel, por não ser absolutamente necessário e exigir que o motor operasse sob carga elevada.



Escala de Ringelmann – eficaz para veículos pré-PROCONVE (até anos 90)



Opacímetro – eficaz para veículos das fases iniciais do PROCONVE (até 2010)

Figura 1 – Dispositivos utilizados para avaliação de fumaça em motores Diesel

Entretanto, a partir das fases P7 em 2012 para os veículos pesados e L6 em 2013 para os leves, quando os limites máximos de MP foram reduzidos a 20 mg/kWh, os dois métodos anteriores tornaram-se praticamente sem sentido para aferir a conformidade com os novos limites, devido a dois fatores principais:

- o gerenciamento eletrônico do motor impede que este acelere sem carga, tornando o método da aceleração livre inoperante porque o motor permanece limitado a menos da metade dos valores máximos da RPM e da injeção de combustível;
- as pressões de injeção de combustível foram elevadas em mais de 10 vezes para melhorar a sua pulverização, resultando em partículas submicrônicas que não são “visíveis” pelos opacímetros convencionais.

Em contrapartida, os métodos de avaliação também evoluíram com equipamentos dotados de recursos eletrônicos de alto nível e miniaturizados, que permitiram acompanhar a evolução dos motores, testá-los em uso normal e dispensar a simulação de regimes de funcionamento representativos. Estes “vão diretamente ao ponto” e medem as emissões em condições reais.

A medição por sensoriamento remoto em veículos em circulação

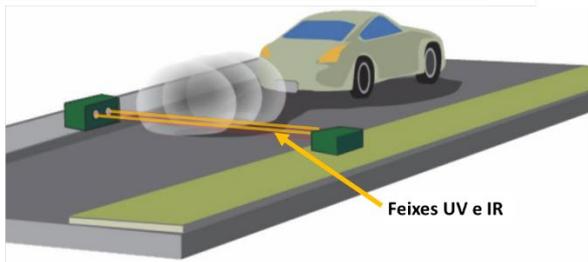
Estes equipamentos medem continuamente a concentração dos poluentes no leito viário, por raios infravermelho e ultravioleta, para detectar aumentos associados à passagem de cada veículo no local da medição, como ilustrado na figura 2. A medição é feita em 0,5 segundo após a passagem do veículo, da qual são descontados os gases do ambiente, deixados pelo veículo anterior.

Características:

- CO, HC, NOx, particulados
- Outros poluentes possíveis
- Capacidade de 1000+ veículos/hora

Faixa simples

- desde a década de 80 (EUA e Europa)
- experiências brasileiras desde o ano 2000

**Múltiplas faixas**

- desde 2014 nos EUA
- desde 2016 na Europa



Figura 2 –Sensoriamento Remoto para todos os poluentes em qualquer veículo

São também medidas a velocidade e aceleração do veículo que, associadas à inclinação da via, permitem estimar a potência do motor utilizada no momento da medição, bem como é tomada a imagem da placa do veículo para identificação posterior do modelo e comparação com os parâmetros de referência de fábrica ou aos níveis de emissão viáveis em cada caso.

Estes equipamentos utilizam comprimentos de onda diferentes para cada poluente de interesse, sendo que para o material particulado são utilizados dois comprimentos de onda:

- um na faixa do infravermelho para estimar a fração orgânica da partícula, característica da fumaça azul, associada à queima de óleo lubrificante e falhas de ignição e
- outro na faixa da radiação ultravioleta para medir as partículas de carbono de dimensões submicrônicas, associadas à fumaça preta.

Esta tecnologia permite avaliar todos os poluentes, emitidos por qualquer tipo de veículo em condições reais de utilização, as quais podem ser ajustadas em função da inclinação da via e da velocidade do tráfego para priorizar as condições de maior representatividade ou interesse. Seus resultados podem ser convertidos e comparados aos obtidos em ensaios de certificação, o que permite uma avaliação segura da conformidade do veículo com a regulamentação ambiental em qualquer nível de exigência, permitindo identificar instantaneamente as fraudes comumente praticadas no sistema de gerenciamento eletrônico para aumento de potência e eliminação do consumo de ARLA.

Este método permite a obtenção de dados de praticamente todos os veículos que passarem pelo local de amostragem, propiciando um levantamento de todos os poluentes em larga escala (cerca de 3000 caminhões ou 8000 automóveis por dia), dependendo dos volumes de tráfego no local escolhido.



Figura 3 – Instalação típica de equipamentos de Sensoriamento Remoto

Além das vantagens mencionadas, a medição por sensoriamento remoto é amigável, pois os veículos passam normalmente e a medição não causa perda de tempo ou qualquer incômodo ao usuário, não é sujeita a fraudes voltadas às fragilidades das simulações das condições de uso do veículo e pode ser revelada em tempo real por painéis de mensagem variável.



Figura 4 – Painéis de mensagem variável oferecem resultados básicos em tempo real

Dada a elevada produtividade do método de medição por sensoriamento remoto, este sistema exige uma infraestrutura robusta e eficaz de banco de dados, estatística e acesso às informações características de cada veículo, sem as quais se perderiam as suas vantagens.

Custo-efetividade do método

Uma vez montado em locais apropriados, com segurança e volume de tráfego elevado, este sistema produz resultados completos por menos de 1/3 do custo das inspeções tradicionais, incluindo o tratamento estatístico, além de avaliar todos os poluentes regulamentados e nas condições reais de utilização.

O custo da inspeção por sensoriamento remoto depende muito do planejamento e eficácia da operação de monitoramento e precisa ser orçado para cada projeto em função das necessidades do cliente.

Elaborado por Gabriel M. Branco e Fábio C. Branco, Consultores associados da EnvironMentality que assessoram a AFEEVAS e a Remote Sensing do Brasil no campo de controle de emissões veiculares.