

## ATUAÇÃO DA METROLOGIA LEGAL NO CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES

*Ronaldo Nunes de Azevedo, Renata A. do C. Rodrigues*

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO  
Diretoria de Metrologia Legal – DIMEL  
Divisão de Metrologia na Saúde, Segurança e Meio Ambiente – DISMA  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil

**Resumo:** O objetivo deste artigo é expor o papel da Metrologia no controle da poluição do ar, suas conseqüências na melhoria da qualidade de vida da população e o atual estágio da regulamentação pertinente ao assunto.

Tendo em vista que, em 1986, a contribuição dos veículos automotores para a poluição do ar na região metropolitana do Rio de Janeiro chegava a quase 100%, tornou-se imprescindível o estabelecimento de uma forma de controle e atenuação da emissão de poluentes por essas fontes. Desta forma, em 1988 foi instituído o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), que, através de um cronograma gradual para implementação de tecnologias automotivas menos poluentes, fez com que veículos fabricados em 1998 tivessem uma redução média de 90% no nível de emissões, em relação ao início do programa.

Quanto aos veículos já em uso, o PROCONVE determinou aos Estados a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção, visando controlar os níveis de emissões com o uso de instrumentos como o Analisador de Gases de Emissões Veiculares e o Opacímetro.

Neste ponto, a Metrologia tem importantíssimo papel, pois tais instrumentos têm sua garantia metrológica assegurada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

**Palavras chave:** PROCONVE, emissões veiculares, regulamentação.

### 1. INTRODUÇÃO

A Metrologia Legal tem como objetivo principal proteger o consumidor tratando das unidades de medida, métodos e instrumentos de medição, de acordo com as exigências técnicas e legais obrigatórias. A exatidão dos instrumentos de medição garante a credibilidade nos campos econômico, saúde, segurança e meio ambiente.

No Brasil, as atividades da Metrologia Legal são uma atribuição do INMETRO, que também colabora para a uniformidade da sua aplicação no mundo, pela sua ativa

participação no Mercosul e na OIML – Organização Internacional de Metrologia Legal.

A poluição passou a constituir um problema global a partir da Revolução Industrial, devido à crescente industrialização e urbanização. Isso não apenas porque as indústrias são grandes responsáveis pelo lançamento de poluentes no meio ambiente, mas também porque a própria aglomeração humana já é por si só uma fonte de poluição.

A urbanização gera um aumento significativo das necessidades de transporte de pessoas e bens, cada vez percorrendo distâncias maiores. Devido a este fato, a produção de veículos tem apresentado um grande crescimento ao longo das últimas cinco décadas, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1: Produção brasileira de veículos

Ano	Produção total
1957	30.542
1960	133.041
1970	416.089
1980	1.165.174
1990	914.466
2000	1.691.240
2002	1.792.660

Fonte: ANFAVEA

Entretanto, esta crescente frota não está uniformemente distribuída pelo território nacional. De acordo com os dados do Figura 1, nota-se que existe uma maior concentração de veículos na Região Sudeste, seguida da Região Sul.

É evidente que esse fato afeta a qualidade de vida da população em vários aspectos. Um dos mais perceptíveis é a degradação da qualidade do ar, uma vez que os veículos automotores são fundamentais dentro do contexto ambiental, pois suas emissões são prejudiciais à saúde e ao bem estar da população. Por isso, é imprescindível o estabelecimento de uma forma de controle e atenuação da emissão de poluentes por essas fontes.

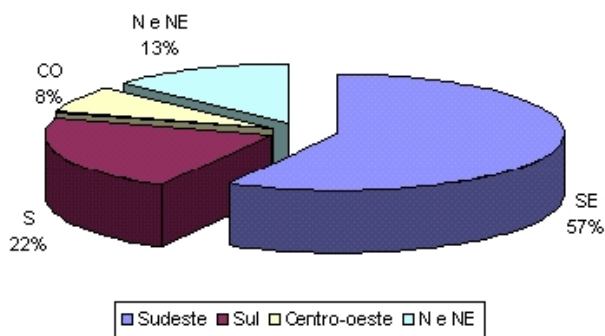


Figura 1: Distribuição de veículos por Regiões brasileiras

Sendo assim, no final da década de 80 foi instituído em âmbito nacional pelo Governo Federal, através do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), que estabeleceu um cronograma de redução gradual da emissão de poluentes para veículos leves (automóveis) e para veículos pesados (ônibus e caminhões). Baseado na experiência de países desenvolvidos, o programa adota procedimentos diversos para a implementação das tecnologias industriais já existentes, adaptadas às condições e necessidades brasileiras. É um programa bem aceito e elogiado por todos os segmentos envolvidos, sendo considerado, inclusive internacionalmente, um dos mais bem elaborados programas de controle de emissões em fontes móveis.

O PROCONVE impõe ainda a certificação de protótipos e linhas de produção, a autorização especial do órgão ambiental federal para uso de combustíveis alternativos, o recolhimento e reparo dos veículos ou motores encontrados em desacordo com o projeto, e proíbe a comercialização dos modelos de veículos não homologados segundo seus critérios.

Além da produção de veículos menos poluentes, também é meta do PROCONVE que os órgãos estaduais de controle ambiental implantem programas regionais de Inspeção e Manutenção (I/M) dos veículos em uso, o que foi regulamentado pela Resolução CONAMA nº 07/93, complementada pela Resolução CONAMA nº 18/95 e alterada pela Resolução CONAMA nº 227/97.

Com base nessas resoluções, em janeiro de 1997, foi assinado um convênio de cooperação técnica entre a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA-RJ) e o Departamento de Trânsito (DETRAN-RJ), para implantar, em caráter pioneiro no país, o Programa de Inspeção e Manutenção (I/M) de Veículos no Estado do Rio de Janeiro.

A inspeção é realizada por ocasião do Licenciamento Anual dos veículos, sendo composta de testes que visam quantificar a emissão de poluentes e de ruído. A critério dos Órgãos de Trânsito de cada Estado, podem ser incluídos também testes relativos à segurança veicular. No Rio de Janeiro, são realizados testes de verificação do estado geral de manutenção e de medição de emissão de gases poluentes.

Nos veículos movidos à gasolina, álcool e/ou GNV (Ciclo Otto), é utilizado o Analisador de Gases de Emissões Veiculares. Este equipamento possui uma sonda que capta os gases do escapamento do veículo e mede a concentração de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e oxigênio (O<sub>2</sub>), utilizando a tecnologia de absorção na região do infravermelho (NDIR).

Para os veículos com motores do ciclo Diesel, utiliza-se o Opacímetro. A fumaça é aspirada diretamente do escapamento do veículo para um transdutor, onde é medida a quantidade de luz obstruída pela fumaça, que varia de 0%, indicando ausência de fumaça na câmara, até 100%, indicando obstrução total. Os resultados de opacidade (%) são apresentados no vídeo com os valores do coeficiente de absorção K (m<sup>-1</sup>).

## 2. METODOLOGIA

Desde 1996, é função do INMETRO, através de sua Diretoria de Metrologia Legal, realizar o Controle Metrológico dos instrumentos utilizados para a medição de emissões veiculares. O método utilizado para o cumprimento desta tarefa é a submissão destes instrumentos à Apreciação Técnica do Modelo e às Verificações (Inicial, Periódica e Eventual).

### 2.1. Apreciação Técnica do Modelo

Todos os modelos novos de instrumentos passíveis de aprovação compulsória devem ser submetidos à Apreciação Técnica do Modelo (ATM) antes de serem colocados no mercado.

A ATM é o exame do modelo do instrumento, baseado nas exigências descritas nos Regulamentos Técnicos Metrológicos (RTM) específicos. Caso não exista um RTM específico para o instrumento, baseia-se em Recomendações da Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML), Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou Normas Internacionais (ISO, IEC, etc.), nesta ordem.

A ATM é composta das seguintes etapas:

- estudo da documentação;
- inspeção visual;
- ensaios.

Caso o instrumento em análise satisfaça as exigências regulamentares, ele recebe uma Portaria de Aprovação de Modelo, documento oficial onde ficam registradas todas as suas características técnico-metrológicas.

A ATM do Analisador de Gases de Emissões Veiculares utiliza como base técnica a Recomendação R99, da Organização Internacional de Metrologia Legal, uma vez que o RTM para este instrumento ainda está em fase de elaboração. Devido a este fato, após obter êxito na ATM tal instrumento recebe uma Autorização de Comercialização.

Atualmente, além do estudo da documentação e inspeção visual, são realizados os seguintes ensaios:

- Tempo de aquecimento;
- Estanqueidade;
- Restrição de vazão;
- Exatidão e Linearidade;
- Histerese;
- Estabilidade do zero;
- Repetitividade;
- Tempo de resposta;
- Interferência cruzada;
- Vibração e Choque.

Como padrão para estes ensaios, utiliza-se uma mistura de gases certificada contendo CO, CO<sub>2</sub> e HC, em balanço com nitrogênio.

O Opacímetro, assim como o Analisador, não possui um RTM próprio. Desta forma, sua ATM é baseada no cumprimento de determinados requisitos das seguintes normas:

- NBR 12897 e 13037;
- ISO/DIS 11614;
- IEC 68-2-31/6;
- PTB-A 50.1 (dez/89) e 50.5 (jan/85);
- CEE 72/306;
- DIN EN 50082-2 (ago/84);
- NSR 10.025-2 e 10.025-4.

Como não existe uma “fumaça padrão” (i.e., uma “fumaça” em que se saiba previamente as concentrações de poluentes) para ser utilizada como referência nos ensaios do Opacímetro, realiza-se uma comparação entre as leituras obtidas com um Opacímetro de Referência (padrão) e o Opacímetro sob teste (objeto).

Desta forma, são realizados ensaios que visam verificar a linearidade e repetibilidade das medições, utilizando-se dois sistemas:

- No primeiro sistema, realizam-se 10 medições dos gases de exaustão de um motor Diesel acoplado a um dinamômetro. A utilização de um dinamômetro nos permite controlar as diversas variáveis do motor (rotação, carga, etc.) garantindo a uniformidade da fumaça gerada;
- No segundo, são feitas 10 medições em cinco veículos Diesel com canos de descarga de diâmetros diferentes. Isso é feito porque, dependendo do diâmetro do cano de descarga, utiliza-se um tipo diferente de sonda de captação da amostra, o que pode vir a influenciar o resultado da medição. Além disso, os veículos também

têm idades diferentes, o que amplia a faixa de valores medidos.

## 2.2. Verificações:

### a. Verificação Inicial

Todo instrumento que tem seu modelo aprovado deve ser submetido à Verificação Inicial logo após sua construção e antes de sua instalação e/ou utilização, quando são realizados os principais ensaios de desempenho. Uma vez aprovado, o instrumento é lacrado e recebe um Selo de Verificação, que é renovado por ocasião das verificações subsequentes.

Nos Analisadores são realizados os seguintes ensaios:

- Tempo de aquecimento;
- Estanqueidade;
- Restrição de vazão;
- Linearidade;
- Histerese;
- Repetitividade;
- Tempo de resposta.
- Verificação do resíduo de HC;

Nos Opacímetros, verifica-se o erro do instrumento realizando-se uma série de 10 medições com lentes de opacidade conhecida. Essas medições abrangem a faixa de 0 a 100% de opacidade, com intervalos de 25%.

### b. Verificação Periódica

É a verificação efetuada em intervalos de tempo predeterminados, segundo os procedimentos fixados nos regulamentos e/ou normas pertinentes. Atualmente, ambos os instrumentos devem ser verificados anualmente.

### c. Verificação Eventual

A Verificação Eventual é realizada a pedido do detentor do instrumento ou quando o Órgão Metrológico julga necessário. Normalmente é realizada após o instrumento sofrer algum reparo ou quando há a suspeita de medições errôneas.

## 3. RESULTADOS

Atualmente, existem 10 empresas autorizadas a comercializar Analisadores e 9 empresas autorizadas a comercializar Opacímetros. Desta forma, o mercado nacional, formado principalmente por Oficinas de Conversão, Organismos de Inspeção e Postos de Vistoria, fica suprido em sua necessidade de instrumentos com garantia de uma medição confiável.

Uma vez comercializados, inicia-se o ciclo das Verificações. Nas Figuras a seguir estão demonstradas as quantidades de Verificações realizadas pelo INMETRO no período de janeiro de 2001 até junho de 2003.

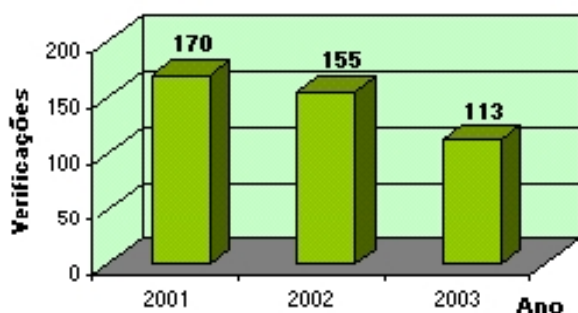


Figura 2: Número de Verificações de Analisadores

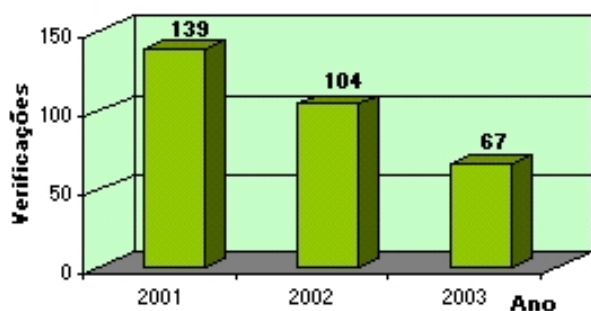


Figura 3: Número de Verificações de Opacímetros

#### 4. CONCLUSÃO

A Metrologia Legal tem um papel importante no controle da poluição do ar por veículos automotores, pois é através do controle metrológico dos instrumentos utilizados que se pode garantir a confiabilidade e uniformidade nas medições realizadas.

Todo este trabalho é desenvolvido visando atingir um resultado que, apesar de indireto, é de suma importância: a efetiva diminuição dos níveis de poluição do ar. Na Figura 4 está demonstrada a concentração média de partículas totais em suspensão na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, medidas em três locais diferentes.

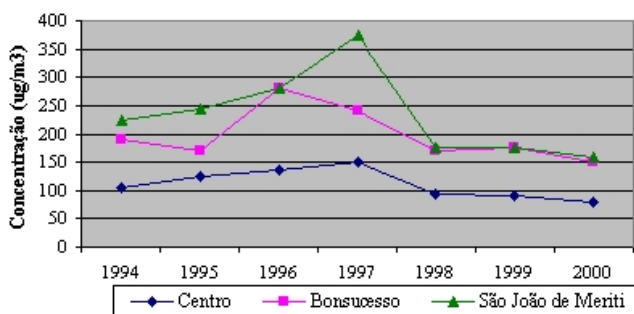


Figura 4: Concentração média de partículas totais na RM do RJ

Pela análise da Figura 4, nota-se o aumento das concentrações até o ano de 1997, quando foi iniciado o Programa de I/M. Daí por diante, observa-se um decréscimo dos níveis, com tendência à estabilização das concentrações.

Fortalecendo esta tendência de melhora, existe uma previsão de aumento do número de Verificações, principalmente por dois motivos:

- Segundo dados da Agência Nacional do Petróleo, o consumo de Gás Natural Veicular (GNV) vem aumentando. Da mesma forma, o número de Organismos de Inspeção Credenciados (OIC) tende a aumentar pois, após a conversão, o veículo deve ser submetido à uma vistoria num OIC onde, dentre outros exames, realizará uma medição das emissões;
- Como estes instrumentos encontram-se distribuídos por todo território nacional, surgiu a necessidade de treinamento dos Institutos de Pesos e Medidas (IPEM) para a realização das Verificações, aumentando a capacidade de trabalho.

Com a realização da ATM e das Verificações do Analisador de Gases de Emissões Veiculares e do Opacímetro, o INMETRO busca fazer a sua parte na conservação e melhoria do meio ambiente, garantindo meios para um efetivo controle da poluição do ar.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos principalmente à equipe do Laboratório de Motores, Combustíveis e Óleos Lubrificantes (LAMOC), à Divisão de Metrologia na Saúde, Segurança e Meio Ambiente (DISMA) e a todos os amigos que nos apoiaram. Por todo o apoio e cooperação, o nosso obrigado.

#### BIBLIOGRAFIA

INMETRO. *Vocabulário Internacional de termos fundamentais e gerais de Metrologia*. 2. ed. Brasília, SENAI/DN, 2000.

INMETRO. *Vocabulário de Metrologia Legal*. 2. ed. Brasília, SENAI/DN, 2000.

LABORATÓRIO INTERDISCIPLINAR DO MEIO AMBIENTE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Avaliação do Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.lima.coppe.ufrj.br/ev/AVALIACAO%20DO%20IM%20DO%20RJ.PDF>. Acesso em: 14 de abr. 2003.

IBAMA. Programa de Controle da Poluição do Ar Por Veículos Automotores – PROCONVE. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/proconve/divs/pubPoconve.pdf>. Acesso em: 09 de mai. 2003.

INMETRO. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br>. Acesso em: 05 de mai. 2003.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/Index.html>. Acesso em: 12 de mai. 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP.  
Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em 12 de maio 2003.

---

**Autor:** Químico, Ronaldo Nunes de Azeredo, INMETRO - Divisão de Metrologia na Saúde, Segurança e Meio Ambiente, Av. N. Sra. das Graças, 50, Xerém, CEP 25250-020, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil, telefone (21) 2679-9169, fax (21) 2679-1761, [rnazeredo@inmetro.gov.br](mailto:rnazeredo@inmetro.gov.br).

**Co-autora:** Técnica em Metrologia, Renata A. do C. Rodrigues, INMETRO - Divisão de Metrologia na Saúde, Segurança e Meio Ambiente, Av. N. Sra. das Graças, 50, Xerém, CEP 25250-020, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil, telefone (21) 2679-9114, fax (21) 2679-1761, [rarodrigues@inmetro.gov.br](mailto:rarodrigues@inmetro.gov.br).