

## METROLOGIA E A QUALIDADE DAS MEDIÇÕES AMBIENTAIS

Gelson Martins da Rocha

*Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, Duque de Caxias, RJ, Brasil*

*gmrocha@inmetro.gov.br*

### RESUMO

As questões atuais nas áreas de saúde e meio ambiente, a crescente necessidade de garantia e controle da qualidade das medições de ruídos ambientais, poluição atmosférica, qualidade da água, bem como a procura pelo desenvolvimento sustentável têm estimulado a busca por medições mais confiáveis dos recursos e grandezas ambientais. A Metrologia, definida como ciência das medições e suas aplicações, justamente por sua capacidade de oferecer informações científicas confiáveis e atualizadas dos parâmetros ambientais pode contribuir significativamente para a sustentabilidade. A exatidão, a qualidade e a confiança das medições são essenciais para, entre outros, monitorar padrões e limites de poluentes especificados em legislações e normas que envolvem o meio ambiente e a sustentabilidade. Padrões e confiança nos equipamentos e valores obtidos também são fundamentais para medir a contaminação e a poluição provenientes de pesticida, fertilizantes, resíduos industriais ou agrícolas, além dos poluentes emergentes como os biológicos. Neste artigo é apresentado o papel do Inmetro e a importância da metrologia para assegurar a confiabilidade das medições ambientais.

**Palavras-chave:** metrologia, sustentabilidade, avaliação da conformidade, MRC.

### 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico à custa da degradação ambiental e do aumento desenfreado no consumo de matérias-primas e energia têm causado sérios prejuízos para a humanidade. Inegavelmente, vivemos em uma época em que se acentuam as alterações sobre o ambiente e se modificam os processos sociais em escala global, com tal magnitude que os riscos aumentam mais rapidamente que nossa capacidade para controlá-los [FERNANDES NETO, 2007], o que tem gerado inúmeras discussões e ampliada a preocupação com a sustentabilidade ambiental.

Segundo a Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento [1987], a definição de sustentabilidade está relacionada à capacidade de conciliar o desenvolvimento de longo prazo da nossa sociedade com os limites finitos do planeta. Na sua acepção natural, sustentabilidade é a capacidade de se sustentar, de se manter. Uma atividade sustentável é aquela que pode ser mantida para sempre. Em outras palavras: uma exploração de um recurso natural exercida de forma sustentável durará para sempre, não se esgotará nunca. Uma sociedade sustentável é aquela que não coloca em risco os elementos do meio ambiente [MIKHAILOVA, 2004].



**II CONEPETRO**

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE  
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS  
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro, em atendimento a sua missão institucional de prover confiança à sociedade brasileira nas medições e nos produtos, por meio de metrologia e avaliação da conformidade, vem desenvolvendo ações voltadas para o meio ambiente, além de prover rastreabilidade aos equipamentos e padrões de medição usados no monitoramento ambiental.

Rastreabilidade e medições confiáveis permitem assegurar que os limites fixados por leis e normas ambientais não sejam ultrapassados, sem as quais a poluição poderia afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, assim como causar danos expressivos a flora, a fauna e ao meio ambiente em geral.

A Metrologia também busca uniformizar as práticas usadas nas medições, para que resultados obtidos na avaliação de grandezas e parâmetros ambientais possam ser comparados e compreendidos pelos seus utilizadores, que podem ser desde cidadãos leigos até especialistas e pesquisadores.

## **2. METROLOGIA E MEIO AMBIENTE**

### **2.1. Poluição Ambiental**

Segundo a Lei Federal N° 6.938, de 02 de setembro de 1981, que dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação,

poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

A legislação ambiental brasileira é uma das mais completas do mundo. Apesar de não ser cumprida da maneira adequada. Em adição a Lei que versa sobre a Política Nacional do Meio Ambiente existem outras leis ambientais básicas, que podem garantir a preservação do grande patrimônio ambiental do país, como a Lei dos Agrotóxicos (N° 7.802 de 10/07/1989), a Lei da Área de Proteção Ambiental (N° 6.902 de 27/04/1981) e a Lei de Crimes Ambientais (N° 9.605 de 12/02/1998).

No amparo as ações voltadas para preservação do meio ambiente ainda existe um conjunto amplo de normas da série ISO 14000. Este grupo de normas fornece as ferramentas e estabelece um padrão de Sistema de Gestão Ambiental, onde são claras as ações

**[www.conepetro.com.br](http://www.conepetro.com.br)**

**(83) 3322.3222**

**[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)**

metrológicas para preservação do meio ambiente, entre elas:

- 1) A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para *monitorar e medir regularmente*, as características principais de suas operações que possam ter impacto ambiental significativo.
- 2) A organização deve assegurar que *equipamentos de monitoramento e medição calibrados ou verificados sejam utilizados e mantidos*, devendo-se reter os registros associados.

É importante ressaltar o reconhecimento da norma no que tange a calibração dos equipamentos de medição, uma das atividades basilares da metrologia na garantia da

qualidade das medições. A calibração é definida como: operação que estabelece, numa primeira etapa e sob condições especificadas, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas; numa segunda etapa, utiliza esta informação para estabelecer uma relação visando à obtenção de um resultado de medição a partir de uma indicação (VIM, 2012).

A rastreabilidade metrológica, figura 1, é definida como a propriedade dum resultado de medição pela qual tal resultado pode ser relacionado a uma referência através duma cadeia ininterrupta e documentada de calibrações, cada uma contribuindo para a incerteza de medição (VIM, 2012).



Figura 1. Estabelecimento da cadeia de rastreabilidade para as medições ambientais

A calibração da instrumentação é ferramenta essencial para assegurar a

confiabilidade das medidas obtidas por estações e sensores ambientais. No Brasil,



atualmente existem mais de cinco mil estações de monitoramento, tais como estações de monitoramento da qualidade do ar (figura 2), da água, meteorológicas, agrometeorológicas, pesquisa aplicada etc. Para que os dados e medições gerados por estas estações sejam confiáveis e aceitos mundialmente, a exatidão e precisão das medições devem ser

asseguradas e evidenciadas por sua rastreabilidade aos padrões de medição ou a materiais de referência certificados dos laboratórios acreditados e estes, em nível nacional, devem estar rastreados aos padrões de medição do Inmetro, estabelecendo a cadeia de rastreabilidade, onde, nacionalmente, no topo estão os padrões de medição do Inmetro.



Figura 2. Estações de monitoramento do ar espalhadas pelo país

## 2.2. Metrologia e a legislação ambiental

A Metrologia, além de prover a necessária confiabilidade das medições dos parâmetros ambientais e equipamentos de medição empregados no monitoramento ambiental, também é relevante na garantia do cumprimento da legislação que regula os limites e padrões de qualidade para o meio ambiente.

Rastreabilidade, padrões e medidas confiáveis são fundamentais para monitorar,

por exemplo, a qualidade do ar e os gases de efeito estufa lançados diariamente na atmosfera. Dentre as emissões de gases provenientes das atividades antropogênicas, o mais comum é o CO<sub>2</sub>, seguido pelos CFCs, Metano (CH<sub>4</sub>), Ozônio (O<sub>3</sub>) e o Óxido de Nitrogênio (N<sub>2</sub>O). O aumento da produção do gás CO<sub>2</sub> pelo ser humano tem feito com que mais radiação solar seja absorvida, aumentando a temperatura da Terra, o que resulta no chamado aquecimento global. A figura 3 mostra uma avaliação da evolução

anual da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, com uma estimativa de crescimento bastante

preocupante até o ano de 2050 [ADAMS, 2013].

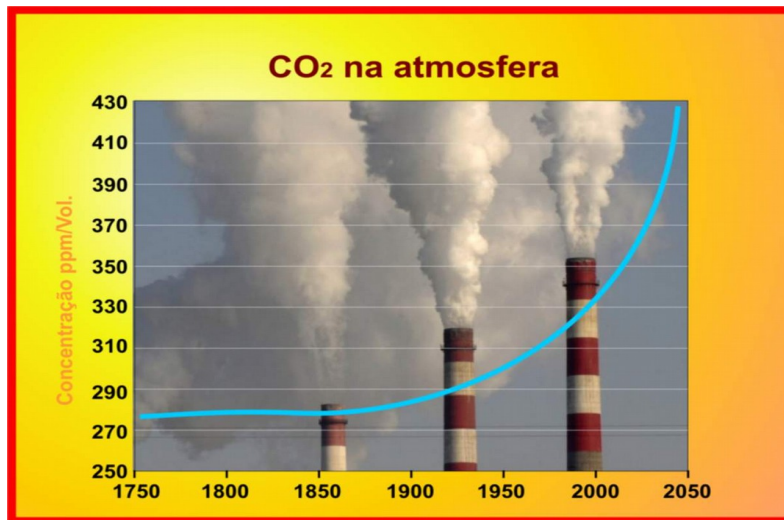


Figura 3. Estimativa e evolução anual da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera

A queima do óleo diesel e da gasolina, nos grandes centros urbanos, também tem colaborado significativamente para o aumento do efeito estufa e causado sérios prejuízos respiratórios à população. A metrologia pode contribuir para minimizar ou solucionar este problema, por meio da medição adequada dos gases de exaustão veicular, que é realizada por dois tipos de instrumentos: os opacímetros e os analisadores de gases. No Brasil, estes instrumentos são submetidos a uma série de procedimentos regulamentados pelo Inmetro, o que confere credibilidade aos resultados obtidos nas medições [CUNHA, 2009]. A metodologia para uso destes equipamentos inclui:

1) As medições devem ser realizadas com opacímetro que atenda à Norma NBR

12897 - Emprego do Opacímetro para Medição do Teor de Fuligem de Motor Diesel - Método de Absorção de Luz, desde que seja correlacionável com um opacímetro de amostragem com 0,43m de comprimento efetivo da trajetória da luz através do gás e certificado pelo Inmetro.

2) Analisadores de Gases: A aparelhagem necessária ao ensaio é um analisador de CO, hidrocarbonetos e CO<sub>2</sub>, do tipo infravermelho não dispersivo ou de concepção superior. O referido instrumento deverá ser homologado e ter a sua calibração certificada pelo Inmetro. A calibração deverá estar dentro do prazo de validade determinada pelo Inmetro.

Com esta metodologia, instrumentos certificados e calibrados pelo Inmetro e,

obviamente, a devida fiscalização pode-se ter a garantia de que veículos automotores não emitem poluentes acima dos limites estabelecidos na legislação vigente.

Outros exemplos são os hidrômetros e os medidores de energia elétrica, cujos modelos antes de serem colocados em operação passam por uma série de medições e testes nos laboratório do Inmetro, o que permite o seu funcionamento adequado e, conseqüentemente, a medição correta do consumo, além de evitar o desperdício de água e energia e, desse modo, cumprindo um importante papel em prol da sustentabilidade.

Medições confiáveis de parâmetros ambientais também incluem: 1) O solo, onde é fundamental o monitoramento contínuo para, entre outros: controlar os níveis de pH, de fertilizantes e de poluentes oriundos de pesticidas e resíduos industriais. 2) O som, que dependendo da intensidade e duração podem ser prejudiciais ao meio ambiente e ao ser humano. A poluição sonora pode causar distúrbios no sono, surdez, estresse, ansiedade, falta de concentração, dores de cabeça, distúrbios digestivos e, até, aumento da agressividade. Com o objetivo de diminuir esta forma de poluição o Inmetro e o Ibama criaram o Selo Ruído, figura 3, parte do Programa Silêncio, que tem como objetivo combater a poluição sonora do país, orientar o consumidor na hora de escolher

eletrodomésticos mais silenciosos, estimular os fabricantes a produzirem produtos com níveis de ruídos cada vez menores e melhorar a saúde do cidadão. Recentemente, maio de 2016, a Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados aprovou proposta que inclui a poluição sonora na lista de crimes ambientais, sujeitando o infrator à pena de detenção de seis meses a um ano e multa. 3) A atmosfera, que tem grande influência no clima da Terra, protegendo o planeta das radiações solares e desempenhando um importante papel no controle da temperatura do nosso meio ambiente. Desse modo, é importante monitorar os gases do efeito estufa; as emissões veiculares e industriais e a camada de ozônio.



Figura 4. Selo criado pelo Inmetro e o Ibama para combater a poluição sonora no país.





**II CONEPETRO**

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE  
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS  
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

4) A água, um recurso indispensável para a sobrevivência humana e de todas as espécies vivas, além de ser um importante insumo para a grande maioria das atividades econômicas, nomeadamente da agricultura e da indústria, exerce uma influência decisiva na qualidade de vida das populações, especialmente na área do abastecimento, o qual tem forte impacto sobre a saúde pública [FERNANDES NETO, 2007]. São muitos os poluentes potenciais que podem prejudicar a qualidade das águas dos rios, lagos e águas costeiras e marinhas. A poluição aquática pode ser causada por matérias orgânicas, nutrientes e um grande número de substâncias químicas que ou são produzidas para utilização deliberada, como os pesticidas, ou são formadas não intencionalmente em processos de produção, como os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos gerados em processos de combustão (HU & KIM, 1994). Desse modo, além da qualidade da água para consumo, é vital medir e monitorar adequadamente o aquecimento dos oceanos, o volume das águas e a poluição marinha.

A poluição ambiental relacionada a estes parâmetros ambientais, de maneira especial nas últimas décadas, tem causado diversos transtornos ao planeta, sendo visíveis as suas graves consequências, entre elas o aumento na incidência de eventos climáticos extremos,

**[www.conepetro.com](http://www.conepetro.com.br)**  
**.br**

(83) 3322.3222

[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)

como o acréscimo acentuado das inundações  
mostrado na figura 5.

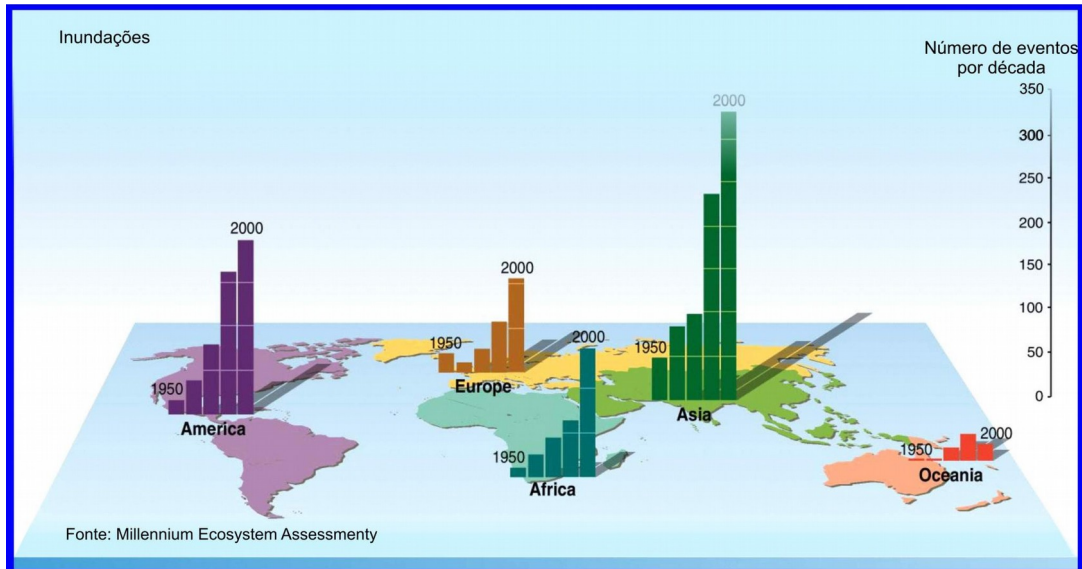


Figura 5. Aumento das inundações como consequência das agressões ao meio ambiente.

### 3. AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE.

Além da garantia de confiabilidade nas medições e do desenvolvimento de projetos em seus laboratórios de metrologia, outra área de atuação relevante do Inmetro para a sustentabilidade é a Avaliação da Conformidade.

A Avaliação da Conformidade pode ser definida como: processo sistematizado, acompanhado e avaliado, de forma a propiciar adequado grau de confiança de que um produto, processo ou serviço, ou ainda um profissional, atende a requisitos pré-

estabelecidos em normas e regulamentos técnicos com o menor custo para a sociedade.





**II CONEPETRO**

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE  
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS  
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

A avaliação da conformidade inicialmente atuava na verificação da qualidade intrínseca dos produtos. No entanto, devido ao aumento da consciência socioambiental dos consumidores e à crescente complexidade das relações comerciais internacionais, a partir da década de 90 também passou a considerar requisitos ambientais, sociais e de bem estar do trabalhador, com foco na sustentabilidade, onde também são levados em consideração a origem da matéria-prima e dos recursos utilizados na fabricação, bem como os impactos sociais e ambientais associados a sua produção.

Por meio de acordos de cooperação com diversos órgãos regulamentadores federais, o Inmetro é responsável pela gestão de programas de Avaliação da Conformidade que promovem a sustentabilidade em diversos setores, dentre estes, podemos destacar [ROCHA, 2011]:

- a) Programa Brasileiro de Certificação Florestal – Cerflor. Que tem por finalidade garantir, junto aos clientes e à sociedade, que a matéria prima oriunda das florestas brasileiras usada na fabricação dos produtos tem origem em florestas manipuladas de modo adequado, quanto aos aspectos ambiental, social e econômico.
- b) Sustentabilidade de Processos Produtivos. Entre outros, a organização deve adotar e praticar uma política para redução e

tratamento apropriado de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas, assim como estimular o desenvolvimento de estudos de pegada de carbono, de forma a identificar e implementar medidas que possibilitem redução nas emissões de gases do efeito estufa.

- c) Produção Integrada de Frutas – PIF. Sistema de produção de frutas de alta qualidade, priorizando a sustentabilidade, a aplicação de recursos naturais, a substituição de insumos poluentes, o monitoramento dos procedimentos e permitindo a rastreabilidade de todo o processo.

- d) Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE. Que tem como objetivo fornecer aos consumidores informações que facilitem a avaliação e a otimização do consumo de energia dos equipamentos, a seleção de produtos de maior eficiência em relação ao consumo, possibilitando a redução nos custos e consumo de energia.

- e) Postos Combustíveis. A avaliação da conformidade para este setor envolve, entre outros, sistemas de monitoramento e detecção de vazamentos em tanque de armazenamento subterrâneo de combustível em posto revendedor.

Além de agregar valor as marcas e produtos que respeitam os critérios de sustentabilidade, estes programas estimulam à

**[www.conepetro.com.br](http://www.conepetro.com.br)**

(83) 3322.3222

[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)

melhoria contínua do desempenho ambiental de processos produtivos, bem como a conservação dos recursos naturais e ecossistemas, a melhoria das condições de trabalho, a promoção do desenvolvimento social e a sustentabilidade.

#### 4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento desordenado, o consumismo, o aumento populacional e a urbanização desenfreada provocaram um "inchaço urbano", que resultaram em sérios problemas de moradia e transportes, com consequências graves ao nosso planeta.

A emergência da degradação ambiental e a evidência das mudanças climáticas têm motivado iniciativas voltadas para minimizar os impactos das atividades humanas sobre a atmosfera.

Medições confiáveis são essenciais para avaliar muitos dos aspectos mais importantes e necessários para o desenvolvimento sustentável contidos nas legislações e normas que envolvem o meio ambiente e a sustentabilidade.

A Metrologia tem um destacado papel na garantia da confiabilidade das medições dos parâmetros ambientais, na rastreabilidade dos sistemas e equipamentos de medição empregados no monitoramento ambiental, bem como na garantia do cumprimento da

legislação e das normas de padrões de qualidade para o meio ambiente.

#### REFERENCIAS

ADAMS Emily E. **Fossil Fuel Use Pushes Carbon Dioxide Emissions into Dangerous Territory**, July 23, 2013. Disponível em: [http://www.earth-policy.org/indicators/C52/carbon\\_emissions\\_2013](http://www.earth-policy.org/indicators/C52/carbon_emissions_2013). Acessado em 04 de maio de 2016.

BRUNDTLAND. Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**; 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991

CUNHA A. P., R. N. Azeredo, J. A. G. Neto; **Controle metrológico legal de instrumentos para medição de emissões veiculares**; Anais do 5º Congresso Brasileiro de Metrologia, Bahia, setembro de 2009.

FERNANDES NETO Maria de Lourdes; Aldo Pacheco Ferreira. **Perspectivas da sustentabilidade ambiental diante da contaminação química da água: desafios normativos**. INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente - v.2, n.4, Seção 1, ago 2007.

HU, H.; KIM, N. K. **Drinking-Water Pollution and Human Health**. In: CHIVIAN, E. et al. (Ed.) *Critical condition: human health and the environment*. 2.ed. USA, 1994.

MIKHAILOVA Irina. **Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática**. Revista Economia e Desenvolvimento, nº 16, 2004.

ROCHA Gelson M., Claudia de O. Faria, Leonardo S. N. de Souza, Gilberto M. Schittini. **O Inmetro e a Sustentabilidade**. Anais do 6º



**II CONEPETRO**

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE  
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS  
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

Congresso Brasileiro de Metrologia, Rio  
Grande do Norte, setembro de 2011.

**VIM - Vocabulário Internacional de  
Termos Fundamentais e Gerais de  
Metrologia.** Edição luso-brasileira de 2012

<http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>



**[www.conepetro.com](http://www.conepetro.com.br)**  
**.br**

(83) 3322.3222  
[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)