

METROLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Ana Ladeira Lopes Pereira¹, Camila Machado França², Gelson M. da Rocha³

¹Curso Técnico em Metrologia, Duque de Caxias, Brasil, analadeira1997@hotmail.com

²Curso Técnico em Metrologia, Duque de Caxias, Brasil, camilaf-@live.com

³Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro, gmrocha@inmetro.gov.br

Resumo: A crescente preocupação com o meio ambiente tem gerado diversos debates políticos e científicos nas últimas décadas. Assuntos como sustentabilidade, fontes alternativas de energia e energia renovável têm gerado amplas discussões em diversas áreas, especialmente em nosso país por possuir recursos naturais renováveis em abundância e um grande potencial energético. O objetivo deste artigo é mostrar o papel da metrologia na superação dos desafios técnicos inerentes ao consumo e exploração desmesurada das diversas fontes de energia, bem como a importância da realização de medições confiáveis, que possam servir de esteio às políticas públicas relativas ao meio ambiente.

Abstract: The preoccupation with the environment has generated several political and scientific debates in recent decades. Issues such as sustainability, alternative energy sources and renewable energy have generated extensive discussions in several areas. The objective of this paper is to show the role of metrology in overcoming the technical challenges inherent in the consumption and excessive exploration of the different sources of energy, as well as the importance of reliable measurements for the environment.

Palavras chave: sustentabilidade, meio ambiente, metrologia, Inmetro.

1. INTRODUÇÃO

A partir do século XVIII, o mundo intensificou o uso de carvão mineral como fonte de energia não renovável, o que impulsionou o desenvolvimento econômico de muitos países. Outra fonte energética bastante utilizada é o petróleo. Um combustível fóssil, como o gás natural e o carvão mineral, que tem sido um dos produtos mais cobiçados desde meados do século XX. Conhecido como outro negro, possibilitou principalmente o

desenvolvimento das indústrias químicas e de automóveis. Entretanto, seus danos ao meio ambiente são catastróficos, em função da liberação de dióxido de carbono durante a sua queima, um dos gases causadores do efeito estufa.

O crescimento e o desenvolvimento econômico escorados pelos combustíveis fósseis tem como efeito benéfico o aumento da qualidade de vida. Por outro lado, o crescimento desregrado no consumo de matérias-primas e energia, bem como emissão de poluentes resultantes das atividades industriais, contribuem densamente com a degradação ambiental. Assim, torna-se vital conciliar o progresso industrial, o crescimento econômico.

Atualmente existe uma evidente e crescente preocupação com a geração de energia, que tem como inevitável consequência alguma forma de dano ao meio ambiente, seja na exploração ou no seu consumo. Uma das soluções para atenuar e manter em limites aceitáveis este problema seria a utilização racional das fontes de energia, evitando desperdícios e contribuindo para a sustentabilidade [1].

Entende-se por desenvolvimento sustentável a relação entre a economia, sociedade e meio ambiente. Em outras palavras, é ideia de que o crescimento econômico deve atender as demandas sociais futuras e evitar que haja prejuízos ao meio ambiente. Existem algumas definições para Desenvolvimento Sustentável. Em 1987, a Comissão Mundial de Meio ambiente e Desenvolvimento definiu Desenvolvimento Sustentável como: "desenvolvimento que satisfaz as necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade de gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades" [2].

A preocupação formal com o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável é recente na história da humanidade, tendo se manifestado mais acentuadamente a partir da segunda metade do século passado, com destaque para a conferência

ECO-92, realizada no Rio de Janeiro em 1992, como promoção da “United Nations Conference on Environment and Development – UNCED”. Nesta reunião, foi elaborada a Agenda 21, que passou a ser opção de referência na implantação de programas e políticas de preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável. Outros encontros de grande importância ocorreram em Kioto, em 1998, no qual se discutiu o impacto das emissões gasosas ao meio ambiente e em Johannesburgo, em 2002 (Rio mais dez), e novamente no Rio de Janeiro em 2012 (Rio mais 20), onde questões como a redução da emissão de gases de efeito estufa, conservação da biodiversidade e sustentabilidade foram (e continuam sendo) temas amplamente debatidos, tanto na esfera científica como política.

Os compromissos firmados nestas conferências, em prol do desenvolvimento sustentável e a proteção ambiental, resultam em acordos que estabelecem, por exemplo, limites de poluentes aceitáveis no ar, na água e no solo, onde medições confiáveis são fundamentais para garantir o cumprimento dos parâmetros acordados e, conseqüentemente, o desenvolvimento sustentável.

2. METROLOGIA E MEIO AMBIENTE

A metrologia serve para monitorar, controlar e investigar os fenômenos da natureza e visa fornecer à sociedade instrumentos e procedimentos para efetuar as medições e gerir seus resultados, para que tenham utilidade para a sociedade estruturada, inclusive no que tange o monitoramento e proteção do meio-ambiente.

A Metrologia, definida como a ciência da medição e suas aplicações, é a sistematização do ato de medir, a qual tem por objetivo principal prover confiança às medições e medições confiáveis são fundamentais para a garantia dos aspectos requeridos no desenvolvimento sustentável de qualquer nação. Nesta conjuntura, solo, som, atmosfera e água são exemplos de parâmetros ambientais onde uma medição confiável é indispensável.

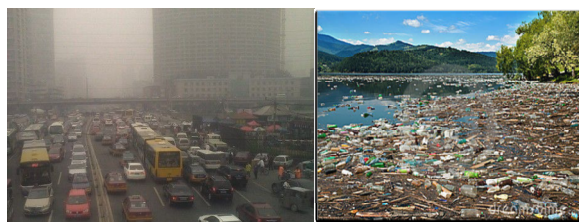
A poluição do solo ocorre, entre outros, devido os malefícios diretos e indiretos causados pela desordenada exploração e ocupação do meio ambiente. As principais causas da poluição do solo são: o acúmulo de lixo sólido, como embalagens de plástico, papel e metal, e de produtos químicos,

sendo essencial o seu monitoramento contínuo para, entre outros, controlar os níveis de pH, a contaminação e a poluição provenientes de pesticida, fertilizantes, herbicidas, resíduos industriais, além dos poluentes emergentes como os biológicos [3].

Com relação ao som, o excesso de ruído gera alterações ambientais provocando a poluição sonora. O índice de emissão sonora nos centros urbanos é maior por conta das atividades humanas e, das principais fontes de poluição, podemos destacar os meios de transporte terrestre, obras de construção civil, tráfego aéreo, atividades industriais, aparelhos eletrodomésticos, etc. Além disso, especial atenção deve ser dedicada ao registro das ondas sonoras para monitorar fenômenos naturais que podem causar grandes destruições no planeta, como atividades sísmicas e tsunamis.

A atmosfera 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. Rastreabilidade e medidas confiáveis são fundamentais para monitorar a qualidade do ar, as emissões veiculares e industriais, os gases de efeito estufa e as alterações na camada de ozônio.

Um claro exemplo da poluição do ar por emissões veiculares é o que acontece na região metropolitana da cidade de São Paulo, onde segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) 90% da poluição atmosférica é provocada pela emissão de gases veiculares (figura 1). Além das complicações no sistema respiratório que a poluição do ar pode causar, as indústrias e os gases veiculares são os grandes responsáveis pelo aquecimento global. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), anualmente, 1,5 milhão de pessoas morrem no mundo em função de doenças respiratórias que podem ser atribuídas à queima de combustíveis fósseis (gasolina e diesel) [4].



Figuras 1 e 2 - Poluição do ar causada pelos gases veiculares e poluição dos rios

A metrologia também pode dar uma grande contribuição no monitoramento e diminuição da poluição atmosférica proveniente das emissões veiculares. Um exemplo claro é a medição de gases de exaustão veicular, realizadas por meio de dois tipos de instrumentos: os opacímetros e os analisadores de gases. Estes instrumentos, no Brasil, são submetidos a uma série de procedimentos regulamentados pelo Inmetro, o que confere credibilidade aos resultados obtidos nas medições. Ou seja, por meio de uma boa medição e fiscalização, pode-se ter a garantia de que veículos automotores não emitem poluentes acima dos limites estabelecidos na legislação vigente[5].

Com relação à água, medidas confiáveis são fundamentais no monitoramento do aquecimento dos oceanos, do volume das águas, da poluição marinha (figura 2) e do degelo da camada polar.

3. MEDIDAS AMBIENTAIS

Entende-se por medidas ambientais o conjunto de operações que visam medir ou determinar o valor de uma grandeza correlata à área de meio ambiente, de natureza física, química ou biológica.

As medidas ambientais são complexas e envolvem um grande número de grandezas que mudam continuamente. A Metrologia pode contribuir significativamente na superação dos desafios técnicos envolvidos, permitindo que não haja nenhuma dúvida sobre a exatidão e rastreabilidade das medições efetuadas, de modo que sua aceitação seja universal e sirva de esteio a políticas e ações em benefício do meio ambiente.



Figura 3 - Estação de monitoramento

Com a ajuda de instrumentos de medição, é possível coletar dados e realizar acompanhamentos das variáveis ambientais. No Brasil, como em

todas as áreas do planeta, há milhares de estações de monitoramento ambiental espalhados nas grandes cidades, uma dessas estações é mostrada na figura 3. No entanto, sem a metrologia, ou seja, padrões, sistemas e instrumentos de medição calibrados e com rastreabilidade não seria possível ter um monitoramento confiável dos parâmetros ambientais.

4. METROLOGIA E MONITORAMENTO AMBIENTAL

Monitoramento Ambiental é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, visando identificar e avaliar qualitativamente e quantitativamente as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo.



Figura 4 - Metrologia e monitoramento ambiental

O controle e o monitoramento ambiental, incluindo a avaliação de emissões de poluentes no solo, na água e no ar, que são influenciados por diversas variáveis como temperatura, pressão, massa e umidade, onde as medições são imprescindíveis e essenciais, são comprovações inequívocas da importância da metrologia para preservação e o conhecimento do que está acontecendo com o nosso planeta.

A construção de uma base de dados com os registros das mudanças climáticas, do aquecimento global, das condições dos rios, oceanos, florestas, do solo e do ar que respiramos são indispensáveis para a salvaguarda dos nossos recursos naturais, permitindo desenvolver políticas, ações e legislações apropriadas ao desenvolvimento sustentável, possibilitando a exploração dos recursos naturais do planeta sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

O adequado controle e monitoramento ambiental pressupõe a necessária a realização de medições confiáveis das condições do planeta. Além de atender os requisitos técnicos em conformidade com normas e legislações vigentes. Por conseguinte, para obter resultados rastreáveis e com garantia da qualidade, as medições de todos os parâmetros que influenciam o meio ambiente da Terra devem ser realizadas conhecendo-se erros e incertezas, o que confere à Metrologia um papel fundamental neste processo.

No Brasil, atualmente existem mais de cinco mil estações de monitoramento ambiental, tais como meteorológicas, hidrometeorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas, agrológicas, pesquisa aplicada, etc.

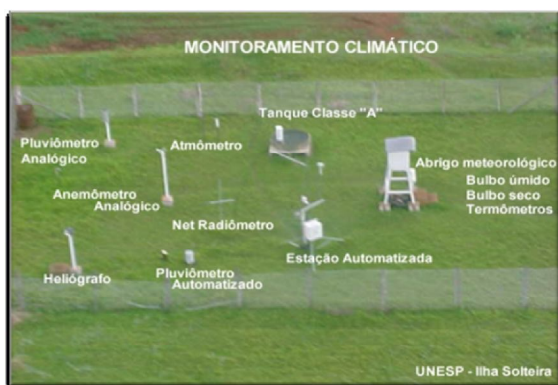


Figura 5 - Instrumentos usados no monitoramento do clima

5. SISTEMAS DE CALIBRAÇÃO USADOS NA METEOROLOGIA E CONTROLE AMBIENTAL

Os sistemas de observação que fazem o monitoramentos dos diversos parâmetros e variáveis que influenciam a qualidade de vida do nosso planeta é compostos de sensores, transdutores e medidores manuais ou automáticos e são importantes ferramentas para uma maior compreensão dos efeitos causados ao meio ambiente. Para que esses dados sejam confiáveis e aceitos mundialmente, a exatidão das medições deve ser assegurada e deve ser evidenciada por sua rastreabilidade aos padrões de medida ou materiais de referência certificados e internacionalmente reconhecidos [6].

No Brasil, o INPE e outros Institutos que atuam na área de meteorologia realizam no Inmetro ou outros Institutos de metrologia as calibrações de sensores, transdutores e outros sistemas e equipamentos utilizados nas pesquisas e

monitoramento ambiental, em conformidade com normas internacionais, garantindo a rastreabilidade e a exatidão da medições.

No controle e monitoramento ambiental as medições incluem diversos sistemas, equipamentos e grandezas. No caso do monitoramento climático, por exemplo, as principais grandezas e os sistemas utilizados envolvem padrões e calibrações de medidores de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, pressão e pluviometria, que no escopo da temperatura, radiação e umidade a padronização e a calibração dos sistemas e equipamentos de medição são de responsabilidade, no Inmetro, da Divisão de metrologia térmica – DITER.

A divisão de metrologia térmica do Inmetro realiza principalmente serviços de calibração de sensores de temperatura e umidade e, para tal, dispõe dos seguintes laboratórios: 1) Laboratório de Termometria (Later) – é o laboratório da Diter responsável pela realização e disseminação da Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT-90) no Brasil e realiza calibrações primárias de termômetros padrões de resistência de platina (TPRP) e de células de ponto fixo. 2) Laboratório de Higrometria (Lahig) - é responsável por disseminar a padronização da grandeza umidade através da calibração de higrômetros. 3) Laboratório de Pirometria (Lapir) - é responsável pela realização e disseminação da parte mais alta da Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90) no Brasil. Para isto, o laboratório dispõe de uma célula do ponto de solidificação da prata com uma cavidade de corpo negro no seu interior e de pirômetros lineares padrão. A escala de temperatura também é mantida através de lâmpadas de tungstênio na faixa entre 800 °C e 2200 °C. O laboratório também calibra pirômetros de radiação infravermelha desde a temperatura ambiente até 1500 °C.

Estes serviços são uma pequena demonstração e comprovação da importância da Metrologia e, particularmente no Brasil, do Inmetro, para prover confiança aos sistemas de medição usados no controle e monitoramento ambiental.

Além do Monitoramento ambiental, medições precisas e exatas também são fundamentais para serem utilizadas nas bases de dados de modelagens computacionais, que são basicamente os instrumentos disponíveis para projetar os cenários futuros de mudanças climáticas. Devido à natureza

do problema climático, estas modelagens envolvem sistemas caóticos, não lineares, que dependem fortemente das condições iniciais e de contorno, ou seja, da base de dados utilizada. Pequenas diferenças nestas condições podem levar

a resultados completamente diferentes. A metrologia tem uma contribuição fundamental a dar nesta área reduzindo as incertezas nas projeções dos diferentes modelos.

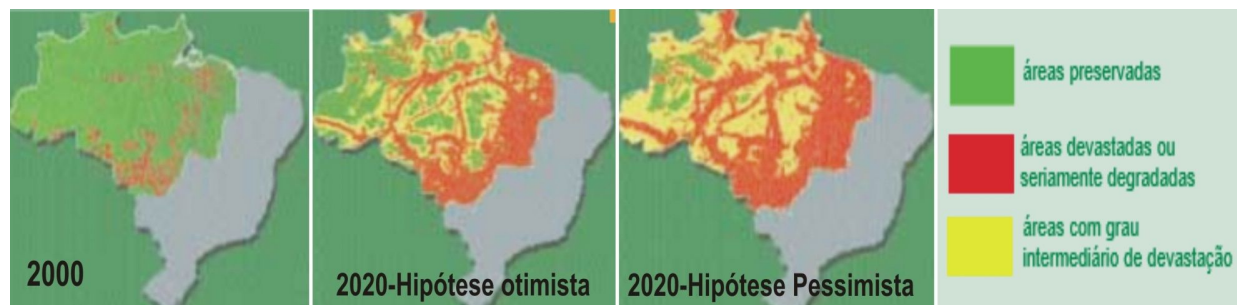


Figura 3 – Previsões para o desmatamento da Amazônia - Fonte: Revista Veja 22.11.2000

6. DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA A METROLOGIA BRASILEIRA 2013-2017

Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira é um documento oficial do Sistema Nacional de Metrologia - Sinmetro, no âmbito do governo, que tem como objetivo estabelecer conceitos e desafios para a metrologia brasileira no período 2013-2017.

O documento apresenta um conjunto de diretrizes com o objetivo de orientar, sugerir ações e servir de base a empresas, laboratórios e instituições na formulação de planos voltados para o desenvolvimento da metrologia brasileira, nos diferentes níveis de exigências metrológicas e nos diversos ramos de atividades em que a metrologia atua, especialmente os setores industriais e de ciência e tecnologia, além de servir de apoio às ações de fomento para a criação de um ambiente favorável à inovação nas empresas e, ainda, para o fortalecimento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, no domínio do plano recém lançado pelo governo brasileiro, Plano Brasil Maior, que visa a aceleração do crescimento.

Uma nova edição do documento é editada a cada quatro anos e é importante ressaltar que nesta última edição foi dada uma ênfase especial à importância da metrologia para o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, acentuando o seu papel em face às crescentes preocupações com a escassez de recursos naturais e ao aumento da geração de resíduos, onde a metrologia pode se configurar em uma importante ferramenta de

suporte as ações políticas e de metodologias voltadas para a redução dos impactos ambientais negativos das atividades produtivas.

Dentre as ações previstas para o meio ambiente, o documento propõe as seguintes diretrizes para metrologia brasileira nos próximos anos:

- i. Apoiar iniciativas que visem estabelecer métodos e procedimentos para garantir exatidão nas medições das emissões e concentrações de poluentes no ar, na água e solo;
- ii. incentivar a produção e o uso de Materiais de Referência Certificados (MRC);
- iii. estabelecer parcerias, nacionais e internacionais, no tema de emissões de GEE, para (a) estudar, definir e harmonizar procedimentos e métodos para medições, verificação e quantificação de fontes e sumidouros de GEE; (b) desenvolver padrões e procedimentos visando harmonizar internacionalmente as avaliações de emissões de GEE; (c) expandir a base científica necessária para atuar na área de medições e de modelagem de GEE e estabelecer procedimentos para melhor compreender as fontes e sumidouros no Brasil;
- iv. apoiar a implantação do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV), especialmente na elaboração dos inventários e nos estudos que auxiliem na identificação das principais categorias de impactos ambientais para o Brasil.

7. CONCLUSÃO

O monitoramento ambiental é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar - qualitativa e quantitativamente - as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo. Com base nesses levantamentos, o monitoramento ambiental fornece informações sobre os fatores que influenciam o estado de conservação, preservação, degradação e recuperação ambiental da região estudada. Também subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente em estudo, além de auxiliar na definição de políticas ambientais.

No entanto, para um adequado controle e monitoramento ambiental é necessária a realização de medições confiáveis das condições do planeta. A medição de todos os parâmetros que influenciam o meio ambiente da Terra deve ser realizada conhecendo-se erros e incertezas, o que confere à Metrologia um papel fundamental neste processo.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Petrobras e ANP pela bolsa do projeto PFRH, que possibilitou a realização deste artigo.

REFERÊNCIAS

- [1] Conservação de Energia – Eficiência energética de instalações e equipamentos. Editora EFEI, 2ª Edição, Eletrobras/Procel, Escola Federal de Engenharia de Itajubá, 2001.
- [2] Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. “Nosso futuro comum”; 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- [3] G. M. Rocha, R. J. Daroda; “The Brazilian experience with ethanol fuel”; 17th Symposium IMEKO TC 4, 3rd Symposium IMEKO TC 19 and 15th IWADC Workshop; Kosice, Slovakia; September 2010.
- [4] <http://www.akatu.org.br>. Equipe Akatu, julho de 2006. Acessado em 21 de maio de 2014.
- [5] Claudia de O. Faria, Leonardo S. N. de Souza, Gelson M. Rocha, Gilberto M. Schittini, “O Inmetro e a Sustentabilidade, 6º Congresso Brasileiro de Metrologia, Natal, Rio Grande do Norte, setembro de 2011.
- [6] Márcio A. A. Santana, Patrícia O. Guimarães, José Celso T. Júnior, Paulo Rogério A. Arlino, Rastreabilidade Metroológica e Critérios de aceitação para a instrumentação meteorológica ambiental, ENQUALAB, 2008.