

**Fundamentos
da Metrologia**



**e Avaliação da
Conformidade**

Sistema Metrológico Mundial





***Fundamentos da Metrologia e da
Avaliação da Conformidade***

Módulo
Sistema Internacional de Metrologia

Rio de Janeiro
2012

© 2012 INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

Governo Federal

Fernando Pimentel

Ministro do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

Inmetro

João Alziro Herz da Jornada

Presidente do Inmetro

Oscar Acserald

Diretor de Planejamento e Desenvolvimento

Américo Bernardes

Chefe do Centro de Capacitação

É permitida a reprodução total ou parcial desta obra, desde que citada a fonte.

INMETRO
Centro de Capacitação – CICMA
Serviço de Produtos de Informação – SEPIN
Av. Nossa Senhora das Graças, 50
25250-020 Xerem – Duque de Caxias/RJ
Tel.: 21 2679-3138
cicma@inmetro.gov.br

Curso de Fundamentos da Metrologia e da Avaliação da Conformidade – Sistema
Metrológico Mundial. Inmetro.- Duque De Caxias, RJ: CICMA, 2012. |

Prefácio

Prezado(a) aluno(a),

Bem-vindo(a) ao módulo Sistema Internacional de Metrologia.

Este é o mais um módulo da disciplina Fundamentos da Metrologia e Avaliação da Conformidade.

Para que obtenha sucesso neste módulo, é importante que você leia todo o conteúdo disponível no ambiente virtual de aprendizagem, participe dos fóruns propostos e faça o exercício apresentado ao final.

Após a conclusão deste módulo, você será capaz de compreender como é composta a estrutura metrológica mundial e seus sistemas regionais.

Bons estudos!

Américo Bernardes
Chefe do Centro de Capacitação do Inmetro

Sumário

Apresentação	6
1 Introdução	7
1.1 A formação dos sistemas de pesos e medidas	7
1.2 O caráter internacional do sistema	9
1.3 Sistema de medição mundial	14
1.3.1 A confiança nas medições.....	14
1.4 Conceituação sobre o sistema global de medição	15
2 Infraestrutura metrológica mundial	17
2.1 A Convenção do Metro	17
2.1.1 O BIPM	18
2.2 A Organização Internacional de Metrologia Legal.....	20
3 Principais instituições internacionais e regionais relativas à metrologia	21
3.1 Sistema Interamericano de Metrologia (SIM)	21
3.1.1 Histórico	22
3.1.2 Objetivos	24
3.1.3 Missão e visão	24
3.1.3 Conselho	24
3.2 Western European in Legal Metrology Cooperation - WELMEC.....	25
3.3 Mercado Comum do Sul – MERCOSUL.....	25
3.4 Southern African Development Community Cooperation in Legal Metrology – SADCMEEL	26
3.5 Asia-Pacific Legal Metrology Forum - APLMF	27
3.6 Organização Internacional de Normalização - ISO	27
4 Referências Bibliográficas	29

Apresentação

Prezado(a) aluno(a),

Bem-vindo(a) à esta aula.

Nela abordaremos a estrutura metrológica mundial e sua organização. Conte comigo para auxiliá-lo(a) a assimilar estes conceitos.

Bons estudos!

[Equipe do

Centro de Capacitação - Inmetro]



Figura 1

Ilustração de pesos e medidas em *Olai Magni Historia de Gentibus Septentrionalibus*

1 - Introdução

1.1 - A formação dos sistemas de pesos e medidas

A ideia de um sistema coerente e universal de medidas, baseado em grandezas físicas invariantes, é relativamente recente do ponto de vista da história das ciências. Sua difusão no mundo industrial moderno representa uma radical transformação nas relações entre o homem e o mundo. De fato, para o mundo econômico pré-moderno marcado pela preponderância das atividades agrícolas e pelo comércio local, a virtude de um sistema de medidas residia em sua compreensão imediata, garantida pelo caráter antropomórfico e consuetudinário, e em suas divisões computacionais simples. Não é exagerado afirmar que, sob o impressionante número de pesos e medidas em uso até o início do século XIX, vemos a existência de sistemas de medidas específicos para cada tipo de atividade econômica e mesmo para cada região geográfica. A autoridade política, em suas diversas modalidades, sempre procurou, sobretudo por motivações de índole fiscal, garantir e manter padrões oficiais de medidas, mas sua capacidade de uniformização dificilmente ultrapassava as fronteiras da cidade em que estava sediada ou da região econômica em que predominava.

No contexto cultural do ocidente europeu, não é de se admirar que, dada tal profusão de medidas, passadas e presentes, agrícolas, minerais ou comerciais, moedas de vários pesos e distâncias incertas, o primeiro esforço de compreensão se tenha voltado para o problema da conversão das medidas e para o estabelecimento de suas equivalências.

A partir do Renascimento, podem ser registradas duas direções distintas. A primeira é a discussão relativa aos pesos, medidas e valores monetários empregados nos textos da Antiguidade clássica e nas Sagradas Escrituras, conduzida pelos círculos intelectuais e humanísticas. Como, pelo menos em termos vocabulares, as medidas empregadas à época eram semelhantes às registradas nos textos antigos – onças, libras, marcos, siclos, minas, etc.- o problema a ser investigado era sua correlação precisa, fundamental para a compreensão do passado e para a interpretação da Bíblia.

Este tratamento das questões metrológicas pode ser examinado em inúmeros tratados publicados ao longo de século XVI. Entre eles, *Dos pesos e medidas romanos e gregos* (1550), escrito por George Agrícola (1494-1555), médico e metalurgista a serviço

da corte do duque da Saxônia e autor do importante *De re metallica* (1556), talvez o mais completo tratado sobre metalurgia publicado durante o Renascimento. Ele examina, nesta pequena coletânea de cinco livros, a mesma temática: o problema da equivalência dos pesos e medidas dos textos clássicos (inclusive persas e egípcios) e da Bíblia com as medidas em uso no seu tempo. A técnica empregada variava muito, sendo utilizados indicadores como o peso, em metal, das moedas antigas, comparações antropomórficas ou a medição de construções ainda existentes das quais havia registro nos textos antigos. A mesma linha sugere o texto do jurista espanhol Juan de Marina, em seu *De pesos e medidas*. O texto, publicado em 1599 e oferecido ao rei como parte de uma obra sobre as instituições políticas de reino, é bem completo e sistemático: examina as medidas antigas caso a caso e no final oferece tábuas completas para a conversão de medidas hebraicas para as gregas e para as corretamente usadas na Espanha.

Outro exemplar bastante curioso desta literatura é o tratado do prelado francês, Robert Ceneu, *Dos verdadeiros pesos e medidas*, publicado em Paris no ano de 1547. As quinze primeiras páginas são dedicadas a um detalhado panegírico de Francisco I, mas, em seguida, somos introduzido numa espécie de dicionário de questões práticas, envolvendo a equivalência dos pesos e medidas da Antiguidade ou da Sagrada Escritura com as medidas contemporâneas. Na página 98b, por exemplo, Ceneu abre a polêmica com outro ilustre intelectual da Renascença Francesa, Guillaume Budé, acerca do valor, em libras tornesas, dos 30 dinheiros de prata que Judas recebeu. Segundo Ceneu, tal valor equivaleria a 60 libras tornesas, uma soma razoável, em sua opinião.

O problema da equivalência de pesos e medidas, contudo, não se restringia a disputas eruditas. Com a expansão do comércio internacional, além da questão do câmbio, vinha também à tona a dificuldade em lidar com as inúmeras unidades de medida em que eram expressas as mercadorias comercializadas em dezenas de portos no Mediterrâneo, no Oceano Índico e na América. Uma das formas mais interessantes de dar conta deste problema prático pode ser contemplada no pequeno volume de Bartholomeo di Pasi, *Valores dos pesos e medidas correspondentes do Levante ao Poente*, publicado em Veneza no ano de 1540, em formato prático, apropriado para uso em viagem, contendo dezenas de tabelas de conversão de medidas corretamente usadas.

Com o tempo, mesmo esta distinção entre temas clássicos e assuntos comerciais foi desaparecendo, como atesta o *Diccionario universal das moedas assim metallicas, imaginarias ou de conta que se conhecem na Europa, Ásia, África e América*. Ao que se junta uma notícia das moedas dos judeus, gregos e romanos, dois mapas dos pesos das principais cidades commercio, das medidas de extensão reduzidas a palmos, guados e varas, publicado em Lisboa, no ano de 1793.

O debate intelectual nos círculos humanistas ou as necessidades comerciais mais imediatas não constituiriam, entretanto, o substrato de onde viriam a surgir a primeira formulação de um sistema universal de medidas e a possibilidade de seu emprego generalizado pela sociedade. Tal substrato seria formado, na verdade, pela associação entre os projetos de uniformização do uso de pesos e medidas, formulados pelas monarquias européias, e as formas nascentes da comunidade científica.

As monarquias absolutistas já haviam sentido, em termos bastante práticos, os efeitos positivos da simples conversão de medidas, com padrões fixos e constantes, na construção de armamentos e de navios de guerra. Contudo, o esforço que obtinha rápido resultado na padronização da dimensão das armas e outros equipamentos bélicos, esgotava-se em vão na padronização das medidas de uso agrícola e comercial, com as mais desagradáveis consequências para o tesouro real. Por outra parte, o progresso da ciência experimental já exigia o estabelecimento de uma linguagem comum como condição básica para o intercâmbio de resultados e descobertas.

No contexto específico da história Francesa, esta associação daria origem às técnicas científicas que tornariam realidade o sistema métrico decimal e mostraria o caminho político para seu estabelecimento e difusão.

1. 2 - O caráter internacional do sistema

A difusão internacional do sistema métrico decimal, como se vê, não poderia depender das circunstâncias revolucionárias que conduziram sua adoção na França. Os argumentos científicos e técnicos em seu favor, cessado o ciclo de guerras e revoluções, teriam de assumir este papel, mas dependeriam de novos atores para prover a sustentação político-institucional necessária ao seu sucesso.

A forma assumida pela estabilização política na Europa e na América após 1848 viria a oferecer estas condições favoráveis. A paz permitiria um novo desenvolvimento da comunidade científica internacional, agora estruturada em instituições de ensino universitário e em plena construção de seus laços com as atividades industriais.

Além disso, a independência das colônias americanas e a gradual decadência política e militar dos impérios europeus foram dando nascimento a um sistema de Estados Nacionais, preocupados com a consolidação institucional e com a centralização administrativa. A formação do Estado alemão e italiano e a afirmação de independência das nacionalidades submetidas aos impérios austríaco, turco ou russo são apenas exemplos deste processo em que se mesclavam esforço mínimo de industrialização ou de inserção no comércio internacional e geração de identidade política própria.

Neste contexto, sem dúvida, o sistema métrico decimal veio a responder tanto às demandas iluministas da comunidade científica em construção nestes países quanto à necessidade dos Estados nacionais em cortar laços com seu passado feudal e sua economia agrícola.

Não é por acaso que um dos principais veículos de propaganda do sistema métrico foram as exposições e congressos internacionais que floresceram na Europa após 1850. A exposição internacional de Paris, em 1855, contou, entre suas atrações, com padrões do metro e do quilograma confeccionados em cristal de rocha, comparadores e instrumentos de calibração das medidas métricas. Também em 1855, durante o Congresso Internacional de Estatística, seria proposta a formação de uma associação internacional com o fim de propagar a adoção do sistema métrico.

Na exposição internacional de Paris, em 1867, foi organizado um comitê específico, para a análise do sistema métrico. O relatório final, apresentado pelo matemático Jacobi, presidente da Academia de Ciências de São Petersburgo, aprovado em 15 de junho de 1867, declarava o sistema métrico o mais apropriado pela expressão dos múltiplos e dos múltiplos das unidades e pela homogeneidade que caracteriza as suas partes e relações, mencionava a perfeição dos comparadores e instrumento ir de precisão desenvolvidos para o sistema métrico e concluía:

"como a toda economia de trabalho, tanto material como intelectual, equivale um verdadeiro aumento de riqueza, a adoção do sistema métrico, que a comissão julgava colocar na mesma ordem de ideias, como as máquinas, os instrumentos, as vias férreas, telégrafos, tábuas de logaritmos, se recomenda sob o ponto de vista económico."

Nesta altura, a discussão já havia evoluído para o exame do marco institucional que presidiria a difusão internacional do sistema métrico e, em Berlim, a Associação Geodésica iniciou os trabalhos visando o estabelecimento de um Bureau Internacional de Pesos e Medidas, logo seguida pela Academia de Ciências de Paris e pelo Bureau

de Longitudes. Em abril de 1869, um parecer da Academia de São Petersburgo foi encaminhado à academia francesa, onde os cientistas russos com o propósito original de discutir a definição do metro uma vez que a cada progresso nas técnicas de medição das dimensões da terra corresponderia uma alteração no valor da décima milionésima parte do quarto do meridiano propunham à academia francesa a organização de uma conferência internacional.

Uma missão foi finalmente organizada pela Academia de Paris para discutir a viabilidade da proposta e o relatório final, apresentado pelo ministro francês Dumas em 23 de agosto de 1869, não deixa de reafirmar a tradição francesa na elaboração do sistema, mas reconhece as imprecisões já registradas. A comissão propunha ao governo francês a formação de uma comissão internacional para presidir à construção dos padrões definitivos das medidas. Convocada por Napoleão III, a primeira Comissão Internacional do Metro contou com a participação de 24 países.

Uma vez instalada, a Comissão adotou a posição de referendar o sistema métrico tal como ele estava estabelecido, não se lançando a uma nova definição do metro, mas discutindo apenas itens, como o material apropriado para sua confecção, formato e temperatura de conservação. Com respeito ao padrão do quilograma foi decidida uma completa revisão. A eclosão da guerra franco-prussiana, entretanto, suspendeu a discussão científica.

Em 1872 foi possível iniciar uma avaliação dos padrões dos arquivos franceses, chegando-se à constatação de que o padrão do metro tinha sido seriamente degradado pelo uso constante e pela pressão imprimida pelos rudimentares comparadores. Suas dimensões, porém, não haviam sido alteradas, e a adoção internacional do sistema métrico poderia se sustentar nos valores então estabelecidos. O material do novo padrão deveria ser uma liga de 90% de platina e 10% de irídio, conhecida por sua homogeneidade, inalterabilidade, dureza e rigidez e o lingote para a fabricação seria obtido em uma única fusão. As barras padrão teriam 102 cm e seção transversal em forma de X. Foram também definidos os tipos de instrumento para a comparação e para o traçado das marcas no padrão.

Em relação ao quilograma, foi definido que o padrão dos Arquivos teria de ser conferido e ajustado, devido à sua irregularidade, em cerca de 300 miligramas. Para a confecção do novo padrão também se adotou a liga de platina iridiada do metro e sua forma respeitaria a do quilograma dos Arquivos, com altura igual ao diâmetro. O método para a definição de volumes foi o hidrostático, ficando proibida a utilização do padrão dos Arquivos para estas experimentações, A Comissão Internacional do Metro assumiu a responsabilidade de confeccionar quantas cópias fossem necessárias dos padrões dos arquivos para a distribuição entre os países.

A decisão de maior alcance, contudo, foi a proposta de criação de um Bureau Internacional de Pesos e Medidas, com sede em Paris, mantido pelos países interessados. À sua disposição ficaria um comitê permanente para a comparação de medidas, encarregado da conservação dos protótipos internacionais, de comparações periódicas, e da confecção e verificação dos novos padrões que fossem solicitados pelos países.

As sessões da Comissão foram encerradas em 12 de outubro de 1872, tendo sido escolhido o comitê permanente, cujo presidente seria o representante espanhol, general Ibáñez. Compareceram às sessões da Comissão 51 delegados de trinta países, sendo onze do continente americano.

Como parte dos trabalhos previstos pela Comissão, coube a Saint-Claire Deville a preparação e a fusão do lingote de 250 quilogramas de platina iridiada para uso nos padrões. O presidente da República francesa, Thiers, compareceu à cerimônia de fusão

da platina realizada em 6 de maio de 1873. A cunhagem definitiva do lingote foi terminada no dia 13 de maio e, em junho, confeccionadas as barras para os padrões.

O Comitê reuniu-se de novo em outubro de 1873 para analisar os trabalhos da seção francesa. Nesta reunião, resolveu solicitar ao governo francês; a convocação de uma conferência diplomática para discutir da adoção do sistema métrico universalmente, e também fazer distribuição de encargos e despesas - até então a cargo exclusivamente do governo francês. Aceita a sugestão e conduzidas as negociações internacionais, instalou-se em 1º de março de 1875, em Paris, a Conferência Diplomática do Metro, presidida pelo duque de Decazes, ministro dos negócios estrangeiros da França. Nesta ocasião, o Brasil enviou um representante oficial, o visconde de Itajubá, que contava no desempenho de sua missão, com o auxílio de um antigo amigo do Imperador D. Pedro II, o general Morin, diretor do Conservatoire des Arts et Métiers, membro do Comitê Permanente do Metro escolhido em 1872, e que também assessorava os governos de Portugal, França e Argentina nas sessões da Conferência.

Ao todo, 21 países estavam representados e 15 aprovaram a criação do Bureau Internacional de Pesos e Medidas: Alemanha, Áustria-Hungria, Bélgica, Brasil, Argentina, Espanha, EUA, França, Itália, Peru, Rússia, Suécia, Noruega, Suíça e Venezuela. Manifestaram-se contrariamente à criação da organização apenas os representantes da Grã-Bretanha e dos Países-Baixos. Os representantes da Dinamarca, Grécia, Portugal e Turquia se abstiveram de votar.

Ficou definido que o organismo teria caráter científico e permanente, com sede estabelecida, inicialmente, em Paris, devendo funcionar sob supervisão de um Comitê Internacional, subordinado à Convenção do Metro. O prazo estipulado para qualquer nação denunciar o contrato e retirar-se da Convenção foi fixado em 12 anos, perdendo, neste caso, o direito de ser co-proprietária dos protótipos internacionais. O Comitê Internacional de Pesos e Medidas foi composto por 14 membros, cada um pertencente a um país distinto, sendo estabelecido o prazo máximo de seis anos para as convocações posteriores da Convenção, sob a forma de Conferências Gerais. A Convenção do Metro foi firmada, então, em 20 de maio de 1875.

A primeira presidência do Comitê Internacional coube novamente ao general Ibáñez, secretariado pelo representante suíço, dr. Hirsch. O Comitê voltou a se reunir em abril e maio de 1876 e setembro de 1877, ocupando-se então das bases para o estabelecimento do Bureau Internacional de Pesos e Medidas, cuja inauguração estava prevista para a primavera de 1877.

Uma vez instalado o Bureau, iniciaram-se os estudos para o aperfeiçoamento dos padrões provisórios internacionais do metro e do quilograma, tendo por base os padrões dos Arquivos. Em outra decisão importante, tomada em outubro de 1887, o Comitê Internacional resolveu fixar como escala termométrica normal para o serviço internacional de pesos e medidas, a escala centígrada do termómetro de hidrogênio, tendo como pontos fixos o gelo fundente (0° C) e o vapor d'água (100° C).

Completado o processo de retificação dos padrões elaborados originalmente, a Conferência Geral de Pesos e Medidas de 1889 finalmente aprovou o seguinte texto:

Considerando o compte rendu do presidente do Comitê Internacional de Pesos e Medidas, de onde resulta que, pelos cuidados comuns da seção francesa da Comissão Internacional do Metro e do Comitê Internacional de Pesos e Medidas, as determinações metrológicas fundamentais dos protótipos internacionais e nacionais do metro e do quilograma terem sido executadas em todas as condições de garantia e de precisão que comporta o estado atual da Ciência.

Considerando que os protótipos internacionais e nacionais do metro e do quilograma são formados de platina iridiada a 1 por 10 de iridium, a 0,0001 aproximadamente.

Considerando a identidade do comprimento do metro e a identidade da massa do quilograma internacional, com o comprimento do metro e a massa do quilograma depositados nos Arquivos de França.

Considerando que as equações dos metros nacionais, em relação ao metro internacional estão compreendidas no limite de 0,01 milímetro (com um erro provável não excedendo a $\pm 0,0002$ do milímetro), e que estas equações repousam numa escala termométrica a hidrogênio, que é sempre possível reproduzir por causa da permanência do estado deste corpo, quando colocado em condições idênticas.

Considerando que as equações dos quilogramas nacionais, em relação ao quilograma internacional estão compreendidas no limite de 1 miligrama (com um erro provável não excedendo a $\pm 0,0005$ miligramas).

Considerando que o metro e o quilograma internacionais e os metros e quilogramas nacionais preenchem as condições exigidas pela Convenção do Metro.

Sanciona:

A) No que concerne aos protótipos internacionais:

1º O protótipo do metro escolhido pelo Comitê Internacional. Este protótipo representará, de agora em diante, na temperatura do gelo fundente, a unidade métrica do comprimento.

2º O protótipo do quilograma adotado pelo Comitê Internacional. Este protótipo será considerado, de agora em diante, como unidade de massa.

3º A escala termométrica centígrada a hidrogênio, em relação à qual as equações dos metros protótipos foram estabelecidas.

B) No que concerne aos protótipos nacionais:

1º Os metros de platina iridiada, cujas equações, em relação ao protótipo internacional, estão compreendidas no limite de 0,01 milímetro (com um erro provável não excedente a $\pm 0,0002$ do milímetro).

2º Os quilogramas de platina iridiada, cujas equações estão compreendidas no limite de 1 miligrama (com um erro provável não excedendo $\pm 0,005$ do miligrama).

C) No que concerne às equações dos protótipos nacionais:

As equações dos protótipos nacionais, tais como foram determinadas pelo Bureau Internacional, sob a direção do Comitê Internacional, e inscritas no relatório deste Comitê e sobre os certificados que acompanharam estes protótipos.

Providenciou-se, então, a repartição dos protótipos de acordo com os pedidos anteriormente feitos. Assinaram o documento os representantes de 18 países: Alemanha, Áustria-Hungria, Bélgica, Espanha, Estados Unidos, França, Grã-Bretanha, Itália, Japão, Portugal, Argentina, Romênia, Rússia, Suécia, Noruega, Suíça, Países-Baixos e Chile.

Da proposta original de Talleyrand, em 1790, até a assinatura da Convenção do

Metro, em 1875, um amplo ciclo de transformações havia se cumprido. No campo político, com o estabelecimento do controle governamental sobre o uso de pesos e medidas através de legislação própria e com sua difusão internacional. No campo científico, com a prevalência gradual da simplicidade e coerência do sistema métrico decimal e com a constituição de um campo de conhecimento específico, a metrologia.

A consolidação do Bureau Internacional de Pesos e Medidas/BIPM, simbolizada pela entrega dos trinta padrões do metro e do quilograma aos países signatários da Convenção do Metro, entre 1875 e 1889, representou o ponto final no processo de organização do sistema métrico. A fração do meridiano terrestre materializou-se no metro padrão e no quilograma padrão depositados no Pavilhão de Breteuil - uma construção de 1743 cedida pelo governo francês, situada no Parque de Saint-Cloud, em Sèvres, a oeste de Paris, que encontravam assim o caminho para sua universalização, passando a ser legalmente reconhecidos até mesmo pela Inglaterra e pelos Estados Unidos.



Figura 2

Reunidos na sede do BIPM, em Sèvres, membros do Comitê Internacional de Pesos e Medidas e delegados dos países representados na II Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), em 1895.

De pé, da esquerda para a direita: J.-R. Benoît (diretor do BIPM); K. Prytz (Dinamarca); F. Garibay (México); L. de Bodola (Hungria); Sone Arasuke (Japão); G. Ferraris (Itália); St. C. Hépites (Romênia); Markovitch (Sérvia); E. Rouseau (Bélgica); M. de Schoen (Alemanha); P. Chappuis (pesquisador do BIPM); M. Duplan (Suíça); G. Tresca (Conservatório Nacional de Artes e Ofícios); Ch.-Ed. Guillaume (pesquisador do BIPM) e M. Cobo de Guzmán (Espanha).

Sentados, da direita para a esquerda: F. de P. Arrillaga (Espanha); H. de Macedo (Portugal); A. Hirsch (secretário do BIPM); W. Foerster (presidente do Comitê Internacional de Pesos e Medidas); M. Marey (presidente de Conferência Geral); J. Bertrand (França); V. von Lang (Áustria); R. Thalen (Suécia) e A. Arndtsen (Noruega). (foto BIPM)



Figura 3

Membros do Comitê Internacional de Pesos e Medidas diante da grande sala de reuniões do Pavilhão de Breteuil, em Sèvres, setembro de 1894.

Da esquerda para a direita: B.-A. Gould; H.-J. Chaney; A. Arndtsen; R. Thalén; H. Wild (na frente); W. Foerster (presidente do Comitê Internacional de Pesos e Medidas); A. Hirsch (secretário do Comitê); J.-R. Benoît; J. Bertrand; L. de Bodola; H. de Macedo e St.-C. Hepites. (foto BIPM)

1.3 - Sistema de Medição Mundial

1.3.1 - A confiança nas medições

Com a consolidação dos Estados e o desenvolvimento do comércio interno cedo se colocou a necessidade de uniformização dos padrões neles utilizados, definição de sistemas de unidades que contivessem múltiplos e submúltiplos da unidade tomada como padrão, devido à intensificação das trocas comerciais e proceder à uniformização dos pesos e medidas (nos Séc. XVII e XVIII).

Neste contexto, a confiança é vital para permitir que a metrologia ligue as atividades humanas entre si através das fronteiras geográficas e profissionais. Isto é tão mais importante quando sabemos que o valor verdadeiramente exato de uma grandeza é, por natureza, indeterminado. Vale dizer, que medir com exatidão é condição bastante, mas não suficiente, para que seja percebida a "qualidade" de uma medição. É necessário, igualmente, *confiança* nos processos, métodos, padrões, instrumentos de medição e, especialmente, na competência técnica para a execução e para a gestão das operações metrológicas. Esta confiança tem na sua sustentação a crescente utilização da cooperação em rede, a adoção de unidades de medida e de procedimentos de medição internacionalmente harmonizados, a rastreabilidade e a comparação dos padrões de medida a uma referência única, bem como o reconhecimento e a acreditação da

competência dos diversos sistemas e agentes metrológicos.

De forma genérica, as estruturas metrológicas têm como objetivo imediato harmonizar os resultados das medições, dentro de uma consistência lógica, padronizada e confiável, a sustentar o seu reconhecimento internacional; sob a ótica científico-tecnológica buscando melhores níveis de exatidão ou de menor incerteza das medições, disseminando-os e difundindo-os e, na área aplicada e legal, harmonizando as prescrições técnicas e administrativas sobre processos, métodos e instrumentos de medição e, igualmente, dos produtos medidos sem a presença do consumidor (produtos pré-medidos). A consistência e a robustez dos "sistemas de medição" encontram nos foros internacionais de metrologia, o ambiente que os reúne em torno da padronização das unidades de medida, dos processos, métodos, padrões e instrumentos de medição e da harmonização e alinhamento das prescrições técnico-administrativas a eles aplicáveis, base da confiança nos resultados de uma medição que cada agente, isoladamente, realiza.

Medir com exatidão é condição bastante, mas não suficiente, para facilitação das trocas comerciais. É necessário, igualmente, *confiança* nos processos, métodos, padrões, instrumentos de medição e, especialmente, na competência técnica e de gestão do sistema de medição de cada um dos parceiros envolvidos.

1.4 - Conceituação sobre o sistema global de medição

A comunidade internacional adotou um sistema de unidades, de padrões de medição e exigências para os instrumentos de medição, por intermédio de organizações intergovernamentais estabelecidas por Tratados (isto é, a Convenção do Metro e a Organização Internacional de Metrologia Legal - OIML). Além disso, as organizações regionais de metrologia harmonizam exigências de seus membros. O objetivo dessas organizações é facilitar o comércio e as trocas de resultados de medição e instrumentos de medição. Os Documentos, as Recomendações e as Resoluções publicadas por esses organismos constituem uma imensa fonte para estruturar uma infraestrutura metrológica nacional.

Um sistema de padrões de medição nacionais é montado para manter e disseminar as unidades legais estabelecidas a fim de satisfazer as necessidades do país. Os padrões nacionais fazem parte da infraestrutura metrológica nacional. Os padrões de medição nacionais deverão, em todos os casos, ser o padrão de maior exatidão do país. O sistema de padrões nacionais de medição incluirá, se necessário, um sistema para prover os materiais de referência certificados.

A crescente importância e abrangência da metrologia, acompanhada da globalização das economias nacionais, trouxe como consequência maior estruturação internacional, com grande número de fóruns internacionais atuantes. O processo de globalização, cenário que está a presidir as iniciativas e as posições estratégicas das relações internacionais, o comércio mundial e, mesmo, o desenvolvimento econômico e social, impõe às nações, em especial ao setor produtivo, maior e melhor competência no aumento das escalas de produção e no acesso a recursos de toda a natureza; inovando o seu conhecimento, a sua capacidade tecnológica e científica e, de forma sistemática, provendo – e demonstrando – *confiança* aos produtos e serviços que disponibiliza no mercado.

Com efeito, o livre comércio entre países e blocos econômicos, ante a queda de barreiras políticas e tarifárias preconizada pelo Banco Mundial, encontra, por outro lado, recrudescimento nas barreiras técnicas, impostas por normas e regulamentos técnicos, cujo atendimento exige, não só uma intrínseca competência tecnológica e científica mas, imprescindivelmente, o reconhecimento formal desta. Os processos e estruturas para

avaliação da conformidade – tendo na metrologia a base técnica para quantificar as grandezas físicas e químicas, isto é, correlacionar características de um produto, processo ou serviço a números imbuídos de um significado e censo de exatidão - encontram em prescrições consensadas internacionalmente, o instrumento a conferir-lhes formal reconhecimento de sua competência.

O sistema de medição mundial que, na sua essência é uma conjunção de:

- padrões nacionais de medida realizados e disseminados pelos NMI (um único instituto nacional de metrologia), comparáveis entre esses e com demonstração de rastreabilidade ao SI validada por acordos de reconhecimento mútuo;
- efetivo sistema nacional de disseminação dos padrões de medida, com laboratórios de calibração e ensaios tecnicamente competentes, acreditados nos termos da ISO 17025, por um organismo nacional de acreditação com reconhecimento internacionalmente formalizado;
- acordos de aceitação mútua entre as organizações responsáveis pela metrologia legal, incluindo o reconhecimento formal dos laboratórios e entidades envolvidos na sua aplicação; e
- utilização de métodos e processos de medição segundo especificações, normas e prescrições regulatórias internacionalmente reconhecidos.

Uma visão global da metrologia nas grandes economias do mundo permite identificar uma estrutura básica com quatro componentes principais:

- sistema de controle metrológico de caráter compulsório, em áreas sujeitas à regulamentação do Estado - a metrologia legal;
- redes de laboratórios de calibração e de ensaios, compostas por entidades privadas e públicas, de elevada capilaridade, organizadas em função das necessidades do mercado, no que se refira aos serviços demandados pelos diversos setores da economia, e das demandas sociais, no que se refira aos setores sob a responsabilidade do Estado. Em qualquer dos casos, esses serviços devem operar dentro de regras que assegurem sua credibilidade, sua qualidade e garantam as condições de concorrência e os direitos do cliente final. Aqui, a existência de um sólido sistema de acreditação é fundamental;
- instituto metrológico nacional, de direito público (em alguns poucos países é uma instituição privada, mas com controle e subvenção do Estado), que se responsabiliza pelos padrões metrológicos nacionais e pela gestão e operação das funções estratégicas inerentes ao início da cadeia de rastreabilidade no país;
- forte articulação internacional por intermédio dos organismos regionais e do CIPM/BIPM.

O BIPM é o órgão responsável pela guarda dos padrões metrológicos de referência nacional, bem como pela realização ou reprodução e disseminação das unidades de medida do Sistema Internacional de Unidades (SI), e sua harmonização em nível mundial, que constitui a essência do "Instituto Nacional de Metrologia – INM" de cada país. A realização dessas tarefas, por sua vez, requer elevado conhecimento científico e tecnológico, além de reconhecimento internacional, o que implica permanente e vigorosa atividade de pesquisa científica e tecnológica, na fronteira do conhecimento.

A globalização tem exigido um grande esforço de reestruturação da metrologia, deflagrando um forte movimento de articulação dos institutos metrológicos nacionais, nos diferentes países, dentro de estruturas regionais, sub-regionais e globais. Articulado, principalmente, pelo Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM), esse movimento tem por finalidade garantir a confiabilidade, credibilidade, rastreabilidade, universalidade e coerência nas medições realizadas em todo o mundo.

O Brasil está inserido dinamicamente nesse esforço internacional, com o Inmetro participando ativamente de diversas instâncias institucionais, como o Sistema Interamericano de Metrologia (SIM) e o BIPM, envolvendo várias atividades, como programas de comparações-chave, dentro do Arranjo de Reconhecimento Mútuo (MRA)

do Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM/BIPM). No plano interno, o Inmetro está implantando novas atividades e novos laboratórios para metrologia nas áreas de biologia, vazão, telecomunicações, nanometrologia e aprofundamento na metrologia de materiais, bem como novos equipamentos nas áreas tradicionais, permitindo a padronização de novas grandezas, a redução de incertezas de medição, a ampliação das faixas de medição e a diminuição do tempo de espera, em serviços de calibração.

O BIPM – Bureau Internacional de Pesos e Medidas desenvolve, padroniza e mantém as referências internacionais, observando mandato da Conferência Geral de Pesos e Medidas – CGPM. Incentiva, supervisiona e registra um programa de intercomparações das referências dos institutos nacionais de metrologia, inclusive no âmbito de associações regionais de metrologia que os congregue, e esses replicam esta prática nas suas áreas de atuação.

A harmonização dos padrões de medida, segundo uma cadeia hierárquica da rastreabilidade das medições é a base lógica a prover confiança nas medições.

Por outro lado, para orientar exigências técnicas e administrativas padronizadas em nível internacional, o CIML – Comitê Internacional de Metrologia Legal elabora documentos e normas que, consensados e aprovados entre os países membros da Organização Internacional de Metrologia Legal – OIML, são utilizados como referência para a elaboração das regulamentações metrológicas nacionais. Os Documentos, Recomendações e Guias da OIML, pelo seu caráter de consenso internacional são, igualmente, importante instrumento a facilitar o comércio internacional na área dos produtos que a metrologia legal regulamentar. O BIML – Bureau Internacional de Metrologia Legal, secretaria executiva da OIML, mantém um Sistema de Certificados OIML e coordena um MAA – *Mutual Agreement Arrangement*, ambos com vistas a facilitar o reconhecimento mútuo das aprovações de modelo de instrumentos de medição, as quais, levadas a cabo por um país membro, observem as recomendações e documentos internacionais que, a respeito, tenha o CIML aprovado e emitido. Cada país tem sua própria perspectiva histórica no desenvolvimento de exigências metrológicas.

2 - Infraestrutura metrológica mundial

A infraestrutura internacional para o sistema de medição pode ser entendida como fundamentada em dois pilares:

A Convenção do Metro (Conferências Gerais de Pesos e Medidas – CGPM) e a Organização Internacional de Metrologia Legal – OIML.

2.1 - A Convenção do Metro (Conferências Gerais de Pesos e Medidas – CGPM)

A Convenção do Metro é um tratado diplomático, atualmente com signatários de cinquenta e um países, que confere à Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), ao Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM) e ao Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM) a autoridade para agir dentro dos domínios da metrologia mundial – em particular naquilo que concerne aos padrões de medida, que são utilizados com uma exatidão crescente no domínio cada vez maior e mais variado – e para servir de prova para a equivalência entre os padrões dos diferentes países.

A Convenção foi assinada em Paris em 1875 por dezessete Estados. Foi então criado o BIPM e instituído o seu modo de funcionamento. A Convenção do Metro estabeleceu uma estrutura permanente permitindo aos Estados Membros elaborarem uma ação comum sobre todas as questões relativas às unidades de medida. A Convenção foi ligeiramente modificada em 1921.

A missão do Comitê Internacional de Pesos e Medidas é discutir e propor ações necessárias para assegurar a disseminação e o aperfeiçoamento do SI; sancionar os resultados das novas determinações fundamentais. A periodicidade das reuniões é de quatro em quatro anos. Funciona através de Comitês Consultivos, que tem a atribuição de coordenar os trabalhos internacionais efetuados nos seus domínios respectivos e propor as recomendações e resoluções concernentes às modificações a introduzir nas definições e nos valores das unidades de medida. A periodicidade das reuniões é anual. São os seguintes os Comitês Consultivos: Comitê Consultivo de Eletricidade; Comitê Consultivo de Fotometria e Radiometria; Comitê Consultivo de Termometria; Comitê Consultivo para definição do Metro; Comitê Consultivo para Definição do Segundo; Comitê Consultivo para os Padrões de Medida das Radiações Ionizantes; Comitê Consultivo das Unidades; Comitê Consultivo para as Massas e as grandezas aparentes.



Figura 4
Símbolo do BIPM

2.1.1 - O BIPM

O BIPM - Bureau Internacional de Pesos e Medidas - é o braço técnico executivo do Comitê, conseqüência da instalação da Primeira Comissão Internacional do Metro (1869). Desenvolve, padroniza e mantém as referências internacionais, observando mandato da Conferência Geral de Pesos e Medidas. O Bureau tem sua sede perto de Paris, nos domínios do Pavilhão de Breteuil (43.520 m²) (Parque de Saint-Cloud), posto à sua disposição pelo governo francês; e sua manutenção no que se refere às despesas é assegurada pelos Estados Membros da Convenção do Metro.

O Bureau Internacional de Pesos e Medidas foi criado pela Convenção do Metro, assinada em 20/05/1875. Sua missão é assegurar a unificação mundial das medidas físicas. Suas atribuições são: estabelecer os padrões fundamentais e as escalas das principais grandezas físicas e conservar os protótipos internacionais; efetuar a comparação dos padrões nacionais e internacionais e assegurar a coordenação das técnicas de medição correspondentes.

A partir de 1975, ano do centenário da Convenção do Metro, o BIPM incorporou a sua missão de laboratório responsável pelos padrões primários das unidades de medida, as seguintes funções: fornecer e calibrar os padrões de medida dos países que assim o necessitem; estabelecer programas de comparações de padrões com países tecnologicamente avançados para que eles próprios disseminem a grandeza a eles relacionada; contribuir com pesquisas, visando o estabelecimento futuro de processos de medição com melhor exatidão; atuar como árbitro científico, neutro e imparcial, quando suscetibilidades nacionais criam empecilhos a acordos internacionais; estabelecer, coordenar e manter um Acordo de Reconhecimento Mútuo (em inglês, *Mutual Recognition Arrangement - MRA*) entre os institutos nacionais de metrologia, os NMI, sob o enfoque da declaração de equivalência de padrões de medida, tendo como marcos de sustentação: manter o registro dos resultados obtidos em um sistema de comparações-

chave, realizadas segundo procedimentos técnicos específicos que asseguram uma medida em grau equivalente dos padrões nacionais a cargo de cada NMI; e efetuar eventuais comparações suplementares no âmbito dos certificados emitidos pelos NMI com vistas, igualmente, a equivalência dos ensaios metrológicos realizados. É, pois, um dos instrumentos básicos a prover a confiança nas medições, de forma organizada e reconhecida internacionalmente.

O Bureau Internacional funciona sob a fiscalização exclusiva do Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM), sob autoridade da Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM).

A Conferência Geral é formada de delegados de todos os Estados Membros da Convenção do Metro e reúne-se, atualmente, de quatro em quatro anos. Ela recebe em cada uma de suas sessões o Relatório do Comitê Internacional sobre os trabalhos executados, e tem por missão:

- discutir e provocar as providências necessárias para assegurar a propagação e o aperfeiçoamento do Sistema Internacional de Unidades (SI), forma moderna do Sistema Métrico;

- sancionar os resultados das novas determinações metrológicas fundamentais e as diversas resoluções científicas de cunho internacional;

- adotar as decisões importantes concernentes à organização e ao desenvolvimento do Bureau Internacional.

O Comitê Internacional é composto de 18 membros pertencentes a Estados diferentes, reunindo-se atualmente todos os anos. A mesa dirigente deste Comitê (composta pelo Presidente, Vice-Presidente e Secretário) envia aos governos dos Estados Membros da Convenção do Metro um Relatório Anual sobre a situação administrativa e financeira do Bureau Internacional. A principal missão do Comitê Internacional é garantir a unificação mundial das unidades de medidas, tratando diretamente ou submetendo propostas à Conferência Geral.

Limitadas, inicialmente, às medidas de comprimento e de massa e aos estudos metrológicos relacionados com essas grandezas, as atividades do Bureau Internacional foram estendidas aos padrões de medidas elétricas (1927), fotométricas (1937), radiações ionizantes (1960) e às escalas de tempos (1988).

Para este fim, em 1929 teve lugar uma expansão dos primeiros laboratórios construídos em 1876-78. Dois novos edifícios foram construídos em 1963-64, para os laboratórios da Seção de Radiações Ionizantes, e em 1984 para os trabalhos sobre lasers. Em 1988, foi inaugurado um prédio para biblioteca e escritórios.

Diante da extensão das tarefas confiadas ao BIPM, em 1927, o Comitê Internacional instituiu os Comitês Consultivos, órgãos destinados a esclarecer as questões que ele submete a seu exame. Os Comitês Consultivos, que podem criar "Grupos de Trabalho" temporários ou permanentes para o estudo de assuntos particulares, são encarregados de coordenar os trabalhos internacionais efetuados nos seus domínios respectivos, e de propor ao Comitê Internacional as recomendações concernentes às unidades.

Os Comitês Consultivos têm um regulamento comum (PV, 1963, 31, 97). Cada Comitê Consultivo, cuja presidência é geralmente confiada a um membro do Comitê Internacional, é composto por um delegado dos grandes laboratórios de metrologia e dos institutos especializados, cuja lista é estabelecida pelo Comitê Internacional, bem como por membros individuais designados igualmente pelo Comitê Internacional e por um representante do Bureau Internacional. Estes Comitês, que têm suas sessões com intervalos regulares, são atualmente em número de nove.



Figura 5 – Logo da OIML

2.2 - A Organização Internacional de Metrologia Legal – OIML

A Organização Internacional da Metrologia Legal (OIML) é uma organização intergovernamental composta por estados membros (países que participam ativamente em atividades técnicas) e membros correspondentes (países observadores). Foi criada em 1955, com sede em Paris, tendo como objetivos principais determinar os princípios gerais da metrologia legal; estudar, a fim de unificar os métodos e regulamentos, os problemas de caráter legislativo e regulamentar da metrologia legal, cuja solução seja de interesse internacional; estabelecer modelos de projetos de lei e regulamentos sobre instrumentos de medição e medidas materializadas, como também suas utilizações e produtos pré-medidos e editar Recomendações (RI) e Documentos (DI) internacionais que são utilizados pelos países para elaboração de seus regulamentos nacionais. A missão principal é promover a harmonização global de procedimentos legais da metrologia.

Desde esse tempo, a OIML desenvolveu uma estrutura técnica que fornecesse a seus membros recomendações, documentos e guias para a elaboração das exigências nacionais e regionais a respeito da fabricação e do uso de instrumentos de medição, medidas materializadas e sistemas de medição e dos produtos pré-medidos para aplicações legais da metrologia. Esta documentação é desenvolvida por comitês técnicos ou subcomissões que são coordenados por um dos Estados Membros e a quem compete elaborar os projetos de RI e DI a serem submetidos a aprovação do CIML e sancionados na Conferência.

O órgão deliberativo da OIML é a Conferência Internacional de Metrologia Legal, que se reúne de quatro em quatro anos. O Comitê Internacional de Metrologia Legal (CIML) é o órgão técnico da OIML que coordena os comitês técnicos e os grupos de trabalho. Realiza reunião anual para aprovar e supervisionar os trabalhos realizados pelos diversos comitês técnicos. O órgão administrativo da OIML é o Bureau Internacional de Metrologia Legal – BIML, a quem cabe coordena a documentação relativa às atividades dos órgãos técnicos, fazer a articulação com as organizações internacionais e editar as publicações (Recomendações e Documentos Internacionais, entre outros) e encaminhamento das correspondências.

3 - Principais instituições internacionais e regionais que relativas à metrologia



Figura 6 – Logo do SIM

3.1 - Sistema Interamericano de Metrologia (SIM)

O Sistema Interamericano de Metrologia (SIM) resultou de um amplo acordo entre instituições de metrologia de todas as 34 nações-membro da Organização dos Estados Americanos (OEA). Criado para promover cooperação regional e internacional (especialmente interamericana) em metrologia, o SMI tem o compromisso de implementar um sistema global de medidas em todo o continente americano, no qual todos os usuários poderão confiar. Trabalhando com o objetivo de estabelecer um sistema regional robusto de medidas, a existência do SIM é fundamental para promover o desenvolvimento da Área de Livre Comércio nas Américas (ALCA).

No contexto de cooperação estabelecido, medidas tomadas pelos membros irão alcançar:

- O estabelecimento de sistemas de medidas regionais e nacionais;
- O estabelecimento de uma hierarquia de normas nacionais de cada país e a vinculação de normas regionais e internacionais;
- A determinação de equivalências entre normas nacionais de medidas e de certificados de calibração emitidos pelos laboratórios nacionais de metrologia;
- O estabelecimento de normas de comparação de resultados obtidos nos processos de medição realizados em laboratórios do Sistema.
- O treinamento de pessoal técnico e científico;
- O arquivamento e a distribuição de documentação técnica e científica;
- A vinculação com as normas internacionais mantidas pelo *Escritório Internacional de Pesos e Medidas* (em francês, *Bureau international des poids et mesures*, **BIPM**);
- Uma cooperação intensa com as organizações internacionais de Metrologia Legal (OIML) e Científica (BIPM) e com outras organizações internacionais interessadas em acreditação de laboratórios (*International Laboratory Accreditation Cooperation* - ILAC) e em normalização de medidas e tecnologia (IMEKO), pesquisa e desenvolvimento (universidades e organizações R&D – Research and Development), orientadas para fomentar a competitividade, para promover transações comerciais mais justas e para dar apoio ao desenvolvimento básico de saúde, segurança, desenvolvimento industrial sustentável e proteção ao meio-ambiente.

Organizado em cinco sub-regiões (NORAMET, CARIMET, CAMET, ANDIMET, e SURAMET), o SIM está comprometido com organizações de metrologia de 34 países americanos e conta com um Conselho de Gestão formado por um coordenador de cada sub-região, um Comitê Técnico, um Comitê de Desenvolvimento Profissional e uma representação integrada (JCRB - *Joint Committee of the Regional Metrology Organizations and the BIPM*), que fornece acesso ao SIM mediante um acordo mundial para a comparação de normas no mais alto nível metrológico.

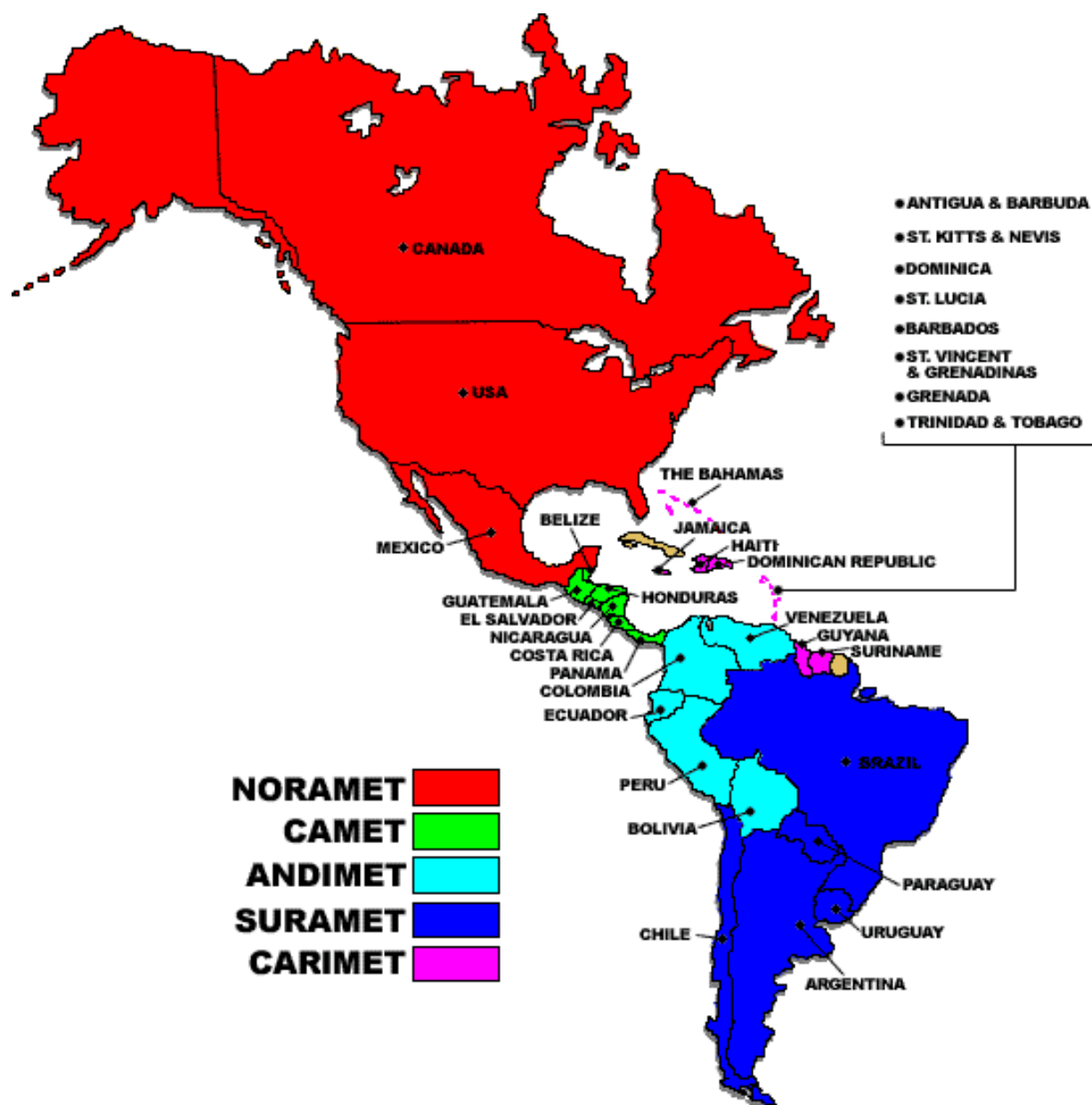


Figura 6
Mapa do SIM

3.1.1 - Histórico

Conforme estabelecido no Artigo 1º do Regimento Interno do SIM, a ideia de um projeto interamericano de metrologia tem avançado em muitos países e organizações desde o início dos anos 70. Em 1971, a necessidade de cooperação em metrologia no continente americano ocupou lugar de destaque durante a Conferência sobre Aplicações da Ciência e da Tecnologia na América Latina, sediada em Brasília. O quarto encontro do Conselho Interamericano para a Educação, a Ciência e a Cultura (*Consejo Interamericano para la Educación, la Ciencia y la Cultura, CIECC*), em Mar del Plata, Argentina, em 1972, instituiu a Resolução 174, que estabelece um sistema regional de metrologia e calibração (*Sistema Inter-americano de Metrología y Calidad, SIMYC*).

Em 1974, a Organização dos Estados Americanos (OEA) e o Gabinete Nacional de

Normas (*National Bureau of Standards – NBS, National Institute of Standards and Technology, NIST, USA*) organizaram um encontro internacional de industrialização e normalização em Gaithersburg, Maryland, em que as necessidades da metrologia regional foram discutidas.

A OEA (antigo *Departamento de Asuntos Científicos y Tecnológicos, DACYT*) convocou um encontro em Buenos Aires, Argentina, no *Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)*, em 1975, para elaborar um projeto especial na área de metrologia, com ênfase na metrologia legal, industrial e científica.

Em 1979, como parte do projeto especial sobre metrologia, o *Sistema Interamericano de Metrologia (SIM)* foi criado, constituindo-se de treze países latino-americanos. Muitas outras instituições fora do continente americano também contribuíram para a criação do SIM, como o *Instituto di metrologia 'Gustavo Colonnetti' (IMGC, Itália)*, o *Instituto Elettrotecnico nazionale Galileo Ferraris (IEN, Itália)* e o *Physikalisch-technische Bundesanstalt (PTB, Alemanha)*. O apoio contínuo do PTB para muitas instituições de metrologia na América Latina, por meio de seu programa técnico de cooperação, influenciou na formação e desenvolvimento do SIM.

Em 1992, o PTB organizou, junto com o *Centro Español de metrologia (CEM, Espanha)*, e o *Instituto Português da Qualidade (IPQ, Portugal)* um encontro para elaborar um sistema de metrologia, denominado, na época, como Sistema Iberoamericano de Metrologia. Também em 1992, a OAS e o NIST foram convidados para apoiar a reconstrução do SIM como *Sistema Interamericano de Metrologia*. Desse modo, em 1993 e 1994, essas duas organizações, com o apoio do *Departamento de Estado Americano* e do *Centro Nacional de Metrologia do México (CENAM)*, organizaram três workshops regionais de metrologia em Caracas, Venezuela, Buenos Aires, Argentina, e São José, Costa Rica, com a participação de representantes dos setores governamental, científico e industrial de cada país.

A OAS e o NIST organizaram cursos especializados e concederam bolsas para um Curso de Formação em Metrologia, em Quito, Equador, e para o Programa de Segurança de Medição, em San Juan, Porto Rico. Durante a Reunião de Cúpula das Américas, realizada em dezembro de 1994, em Miami, Flórida, os Presidentes de países do continente americano publicaram uma *Declaração de Princípios*, a qual enfatiza os princípios da integração econômica e do livre comércio, mediante redução de barreiras técnicas e promoção de programas de cooperação técnica sobre metrologia e normalização. Após a Reunião de Cúpula, a OAS convocou uma reunião de coordenação no Rio de Janeiro, em janeiro de 1995, na qual estiveram presentes representantes de 25 países, que propuseram um projeto para reorganizar e revitalizar o SIM.

De 1995 a 1998, a Presidência do SIM foi assumida pelo CENAM (México), e o SIM obteve um apoio financeiro maior da OAS. Em 1997, com a participação de especialistas de 22 membros do SIM, um Workshop Interamericano de Metrologia foi organizado, no Rio de Janeiro, a fim de implementar um Programa Interamericano de Metrologia Química, que está em processo.

Desde 1995, muitas ações têm sido implementadas para organizar comparações interlaboratoriais de normas nacionais, e um grande esforço foi dedicado para o desenvolvimento de recursos humanos em metrologia. Sob o prognóstico do Programa RH-Metrologia do Brasil, adotado como modelo pelo SIM com o apoio da OAS, três escolas avançadas em metrologia foram organizadas como uma estratégia de promover uma estreita interação entre personalidades do mundo da metrologia e pesquisadores e metrologistas de ponta da comunidade técnica e científica americana.

3.1.2 - Objetivos

Os objetivos do SIM são os seguintes:

1. Fazer o levantamento de normas de metrologia básica em cada país no hemisfério,
2. Contribuir para a infraestrutura de medição necessária para promover a equidade em transações comerciais;
3. Fomentar competitividade e igualdade no setor manufatureiro a fim de promover transações comerciais;
4. Identificar setores e instituições que possam conduzir atividades multinacionais específicas de apoio à metrologia;
5. Contribuir para a infraestrutura metrológica necessária para proteger o meio-ambiente, para controlar o uso acelerado de recursos e para promover o bem-estar geral da população, incluindo sua saúde e segurança.

3.1.3 - Missão e Visão

Missão

Promover e apoiar uma infraestrutura integrada de medição no Continente Americano que garanta equidade no mercado, melhore a qualidade de vida e facilite o comércio internacional.

Visão

Uma organização metrológica regional integrada e transparente comprometida em assegurar uniformidade nas medições no Continente Americano.

3.1.4 – Conselho

Conforme declara o Artigo 22 do Regimento Interno do SIM, entre outras responsabilidades pertinentes à autoridade do Conselho, estão as de: preencher e reforçar as recomendações da Assembleia Geral; convocar reuniões ordinárias da Assembleia Geral; planejar a agenda anual de atividades; elaborar e aprovar o orçamento do SIM; instituir acordos com entidades nacionais e internacionais; designar representantes do SIM para atuar diante do governo e de outras entidades, em conferências, bem como diante de organizações nacionais e internacionais e para constituir grupos de trabalho.



Figura 7 – Logo WELMEC

3.2 - Western European in Legal Metrology Cooperation - WELMEC

A WELMEC foi fundada em junho 1990, na Suíça (Switzerland), com os 18 membros representativos das autoridades nacionais responsáveis para a metrologia legal em estados europeus, que assinaram o memorando de entendimento. Desenvolve ativamente as ligações com outros órgãos regionais e internacionais que têm um interesse na metrologia europeia. O trabalho de WELMEC é realizado por seus grupos de trabalho. Estes grupos fornecem as diretrizes (guias de WELMEC) que estão disponíveis no seu website. O Comitê WELMEC compreende três categorias: Membros, Membros Associados e Organizações Observadoras. Esta organização mantém relacionamento com várias instituições como as associações europeias de comércio, bem como outros organismos regionais de metrologia. A principal preocupação da WELMEC é estabelecer uma abordagem harmonizada e consistente para a metrologia legal europeia. Uma de suas tarefas concerne o estabelecimento, manutenção e aperfeiçoamento dos canais de comunicação entre seus Membros e Membros Associados bem como objetiva desenvolver confiança mútua através da participação em atividades comuns.



Figura 8 – Logo MERCOSUL

3.3 - Mercado Comum do Sul – MERCOSUL

O Tratado para a Constituição do “Mercado Comum do Sul” – MERCOSUL foi assinado em Assunção, em 26 de março de 1991, pela Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai, conhecido como o Tratado de Assunção, com os seguintes objetivos: inserção mais competitiva dos quatro países no mercado mundial; favorecer as economias de escala; estimular os fluxos de comércio com o resto do mundo; promover esforços de abertura nas economias dos quatro países e balizar as ações da sociedade, considerada o principal “motor” do processo de integração.

Em dezembro de 1994, em Ouro Preto-MG, foram finalmente sancionadas pelos presidentes dos quatro países as medidas que oficialmente definiram a estrutura do MERCOSUL e determinaram a entrada em vigor da União Aduaneira. A organização do MERCOSUL fundamenta-se em uma concepção pragmática, constituída de entidades intergovernamentais, cujas decisões são tomadas por consenso em reuniões periódicas entre autoridades homólogas dos Países membros.

O órgão superior do MERCOSUL é o Conselho de Mercado Comum (CMC), composto por Chanceleres e Ministros da Economia dos quatro países. O órgão executivo é o Grupo Mercado Comum (GMC), composto por quatro membros titulares e quatro substitutos –

no caso brasileiro um dos representantes é o Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Há ainda a Comissão de Comércio (CC), ao qual estão vinculados os diversos Comitês Técnicos que tratam dos pontos básicos para o perfeito funcionamento da União Aduaneira. Existe, também, uma Secretaria Administrativa (SAM). Cabe ressaltar que nos órgãos técnicos é crescente a participação do setor privado, resultado do grande interesse do empresariado, dos sindicatos e dos demais segmentos da sociedade no processo de desenvolvimento do MERCOSUL.

As características básicas do MERCOSUL são: a livre circulação de bens e serviços; o estabelecimento de uma Tarifa Externa Comum (TEC); a adoção de política comercial comum em relação a terceiros países; a coordenação de posições em fóruns regionais e internacionais; a coordenação de políticas macroeconômicas e setoriais e, a harmonização das legislações nas áreas pertinentes, para lograr o fortalecimento do processo de integração.

Os países que integram o MERCOSUL criaram um subgrupo de trabalho que busca eliminar possíveis barreiras técnicas que poderiam surgir no comércio intra-zona. Trata-se do SGT N°3 "Regulamentos Técnicos e Avaliação da Conformidade", coordenado nacionalmente pelo Inmetro.

Dentro deste contexto inclui-se a Comissão de Metrologia do MERCOSUL, que faz parte do SGT -3 Regulamentos Técnicos e Avaliação de Conformidade, que trata dos instrumentos de medição e dos produtos pré-medidos no âmbito da metrologia legal. Esta Comissão tem a função de harmonizar a regulamentação metrológica dos Estados Parte.



Figura 9 – Logo SADC MEL

3.4 - Southern African Development Community Cooperation in Legal Metrology – SADC MEL

O SADC MEL é o fórum criado em 1996, no âmbito da Southern African Development Community (SADC), para tratar dos assuntos da metrologia legal. É uma organização regional composta pelos seguintes Estados Membros: Angola, Botswana, República Democrática do Congo, Lesoto, Malawi, Mauritius, Moçambique, Namíbia, Seychelles, África do Sul, Swazilândia, Tanzânia, Zâmbia e Zimbábue. O principal objetivo deste fórum é liberalizar o comércio intraregional de bens e serviços e estabelecer uma Área de Livre Comércio na região. Outros objetivos são: harmonizar a legislação da metrologia legal para eliminar as barreiras técnicas existentes na região, entre regiões e com parceiros comerciais internacionais criar capacitação institucional para prestar assistência técnica aos Estados Membros que lhes permita cumprir com as normas internacionais e exigências do Acordo de Barreiras Técnicas da Organização Mundial do Comércio e prover treinamento aos Estados Membros em diversos campos da metrologia legal para aplicar corretamente a legislação harmonizada.



Figura 10 – Logo APLMF

3.5 - Asia-Pacific Legal Metrology Forum - APLMF

Trata-se de uma associação de organizações de metrologia legal das economias da Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) e de outras economias do chamado Pacific Rim, cujo objetivo é o desenvolvimento da metrologia e a promoção do comércio livre e aberto na região através da harmonização e remoção das barreiras técnicas ou administrativas ao comércio no campo da metrologia legal. Este Fórum foi criado em novembro de 1994 com os seguintes 14 membros das economias da APEC: Austrália, Canadá, República Popular da China, Indonésia, Japão, República da Coreia, Malásia, Nova Zelândia, Papua Nova Guiné, Filipinas, Singapura, Taiwan, Tailândia e Estados Unidos. Como é uma organização regional trabalha em estreita relação com a OIML, promovendo comunicação e interação através dos organismos da metrologia legal e buscando a harmonização da metrologia legal na região da Ásia-Pacífico.

Os objetivos específicos são identificar e promover a remoção das barreiras técnicas ou administrativas ao comércio no campo da metrologia legal, desenvolver e manter confiança mútua em medições (controle metrológico) entre as instituições da metrologia legal na região da Ásia-Pacífico, prover um fórum para intercâmbio de informação entre os diversos organismos da metrologia legal, promover acordos de reconhecimento mútuo entre os Membros e com outros grupos econômicos regionais e países não pertencentes a blocos ou grupos econômicos em metrologia legal e facilitar o intercâmbio de pessoal das equipes das instituições Membro.



Figura 11 – Logo ISO

3.6 - Organização Internacional de Normalização - ISO

Esta organização foi estabelecida em 1946 como uma confederação internacional de órgãos nacionais de normalização (ONNs) de todo o mundo. É uma organização não governamental, e tem a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT como um de seus membros fundadores. Apesar de um país poder possuir diversos órgãos nacionais de normalização, como os EUA, apenas um deles pode representá-lo na ISO, sendo designado, então, como um órgão membro nacional.

As normas que regem os procedimentos da ISO e suas reuniões estão contidas nas Diretrizes ISO, que são compartilhadas com outro órgão internacional, a Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC). Essas diretrizes são publicadas em duas partes, porém a Parte 1 das Diretrizes ISO/IEC é a mais importante, pois ela define os procedimentos para o trabalho técnico.

O objetivo da ISO é publicar documentos que estabeleçam práticas internacionalmente aceitas. Esses documentos são geralmente Normas Internacionais, que estabelecem regras a serem seguidas. As Normas Internacionais são aprovadas com

o maior nível de consenso internacional possível dentro da ISO. Apesar de nem sempre serem ratificadas como normas nacionais nos países membros da ISO, elas formam a base de muitos aspectos do comércio internacional. Existem cerca de 10.000 Normas Internacionais publicadas pela ISO. Além disso, a ISO produz outros tipos de documento internacionalmente aceitos:

Guias ISO (regras a serem seguidas pelos TCs ao elaborarem Normas Internacionais); Especificações Técnicas ISO (documentos sobre áreas onde o consenso internacional sobre normas ainda está em evolução); Relatórios Técnicos ISO (documentos informativos que fornecem material de apoio para as Normas Internacionais); Especificações Publicamente Acessíveis (documentos normativos representando o consenso dentro de um grupo de trabalho, válido apenas por um curto período de tempo); Acordos de Reuniões de Trabalho Internacionais (que podem ser preparados durante uma única sessão de uma reunião de trabalho).

O Acordo Sobre Barreiras Técnicas ao Comércio da Organização Mundial do Comércio (OMC) reconhece o uso de normas internacionais como a base de normas nacionais voluntárias ou regulamentos técnicos obrigatórios no contexto de evitar a criação de barreiras técnicas ao comércio. Todos os tipos de documentos da ISO podem ter importantes implicações no comércio internacional.

4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIAS, José Luciano de Mattos. Medida, normalização e qualidade; aspectos da história da metrologia no Brasil. Rio de Janeiro: Ilustrações, 1998. 292 p.

IPEM SP. Bureau Internacional de pesos e Medidas – BIPM Disponível em: <http://www.ipem.sp.gov.br/5mt/unidade.asp?vpro=bipm>. Acesso em: 20 de fev. 2012

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. International Bureau of Weights and Measures (BIPM) Disponível em: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/290728/International-Bureau-of-Weights-and-Measures-BIPM>. Acesso em: 24 de fev. 2012

BIPM. The Metre Convention Disponível em: <http://www.bipm.org/en/convention/>. Acesso em: 29 de fev. 2012

SIM. Who we are Disponível em: <http://www.sim-metrologia.org.br/who.php>. Acesso em: 12 de mar. 2012

RÉCHE, Mauricio Martinelli. Novas Formas de Atuação para a Metrologia Legal no Brasil. 2004.112f.Tese (Mestrado em Sistema de Gestão) – Universidade Federal Fluminense, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Diretoria de Metrologia Legal. Relatório de Atividades 2000-2002. Rio de Janeiro:Dimel,2002.15p.

_____. INMETRO, Diretoria de Metrologia Legal. Planejamento Estratégico Dimel 2004-2007. Rio de Janeiro:Dimel,2004.66p.

_____. Base de Dados da Regulamentação Técnica Federal .www.inmetro.gov.br

RÉCHE, Mauricio Martinelli. A Metrologia e a qualidade de Vida da Sociedade. Rio de Janeiro:ESG,1996.80p

GUIMARÃES, Roberto Luiz de Lima. A Metrologia Legal e a ISO /IEC 17 025. Rio de Janeiro, Portal do Inmetro, 2008, 9p.

GUIMARÃES, Roberto Luiz de Lima. O Inmetro e a Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade. Rio de Janeiro, Portal do Inmetro, 2008, 24p.

_____. INMETRO, Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2008-2012 – Minuta. Rio de Janeiro, 2008, 34p.