

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC/SP**

MARCOS ANTONIO BRAZ DO NASCIMENTO

PESOS E MEDIDAS: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA

ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

SÃO PAULO

2010

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC/SP**

MARCOS ANTONIO BRAZ DO NASCIMENTO

PESOS E MEDIDAS: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA

Monografia apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de **ESPECIALISTA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, sob a orientação da Professora Doutora Renata Rossini.

**SÃO PAULO
2010**

Banca Examinadora

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta monografia por processos de foto copiadoras ou eletrônicos.

Assinatura: _____ São Paulo, ____ de Dezembro de 2010.

Dedico este trabalho a minha esposa
Maria de Jesus Sousa de Araújo Braz
pelo incentivo, apoio, colaboração,
preocupação constante, carinho e,
principalmente, muita paciência.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pois, sempre esteve e está presente em tudo na minha vida.

À Professora Doutora Renata Rossini, pela orientação segura, sendo sempre muito competente, dedicada, atenciosa e paciente.

Aos demais professores da especialização do COGEAE, que muito contribuíram no ensino de conteúdos que auxiliaram, de forma direta e indireta, para a realização desse trabalho.

Aos amigos do nosso curso de especialização que colaboraram de alguma maneira para que esse trabalho pudesse ser realizado.

A todos que de alguma maneira participaram me dando apoio e incentivo.

Em especial, agradeço a minha querida mãe, a minha esposa e meus familiares, que sempre me apoiaram, incentivaram-me e acreditaram que eu estaria no caminho certo, na busca por conhecimento. Pessoas que sempre demonstraram direta ou indiretamente muito amor, muita paciência e compreensão.

RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade apresentar uma visão histórica a respeito da História dos Pesos e Medidas, buscando responder à questão de pesquisa: ***“Quais foram as condições sócio-históricas e tecnológicas que levaram à progressiva unificação do sistema de pesos e medidas?”***, bem como mostrar a real importância da criação dos sistemas e unidades de medidas, relatados por meio de fatos históricos, que revelaram a construção de novos métodos, procedimentos e técnicas que auxiliaram no desenvolvimento da metrologia no Brasil e no Mundo.

Palavras-Chave: Pesos, medidas, unificação, sistema de medidas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1	12
A INFLUÊNCIA DOS PESOS E MEDIDAS NA VIDA HUMANA	12
1.1 OS PRIMÓRDIOS DOS PADRÕES DAS UNIDADES DE MEDIDA	12
1.2 ANTIGUIDADE	14
1.2.1 Na Mesopotâmia	15
1.2.2 Na Babilônia	18
1.2.3 No Egito	20
1.2.4 Na Grécia	22
1.2.5 Roma	23
1.3 IDADE MÉDIA	26
CAPÍTULO 2	27
CIÊNCIA E POLÍTICA: A FORMAÇÃO DOS SISTEMAS DE PESOS E MEDIDAS	27
CAPÍTULO 3	30
AS TENTATIVAS DE UNIFORMIZAÇÃO E A IDÉIA DE UM SISTEMA DE MEDIDAS	30
CAPÍTULO 4	33
O SISTEMA MÉTRICO E A REVOLUÇÃO FRANCESA	33
4.1 Breve cronologia da Revolução Francesa (1789-1799)	37
4.2 Uma interpretação da Revolução Francesa	39
CAPÍTULO 5	43
O SISTEMA MÉTRICO DECIMAL	43
5.1 A Busca por Unidades Invariáveis	46
5.2 INGLATERRA E PORTUGAL	47
CAPÍTULO 6	51
O CARÁTER INTERNACIONAL DO SISTEMA	51
6.1 SISTEMA INTERNACIONAL	52
6.1.1 UNIDADES DE BASE DO SISTEMA INTERNACIONAL (SI)	53
CAPÍTULO 7	55
OS PESOS E MEDIDAS NO BRASIL	55
7.1 Datas importantes na história da Metrologia e do INMETRO	56
CAPÍTULO 8	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

INTRODUÇÃO

A História dos Pesos e Medidas possui forte ligação com a História da Matemática, pois, as evoluções de ambas estão mergulhadas na história da humanidade, onde a busca por melhores condições de vida sempre foi a grande preocupação do homem ao longo dos tempos.

Segundo Fauvel (1991) apud Miguel (2009, p.9) é imprescindível salientar a importância do estudo histórico no processo de ensino-aprendizagem. A seguir, destacamos alguns pontos que justificam a importância de tais estudos no ensino de Matemática:

- 1) a história aumenta a motivação para a aprendizagem da Matemática;***
- 2) humaniza a matemática;***
- 3) mostra seu desenvolvimento histórico por meio da ordenação e apresentação de tópicos no currículo;***
- 4) os alunos compreendem como os conceitos se desenvolveram;***
- 5) contribui para as mudanças de percepções dos alunos como relação à Matemática, e***
- 6) suscita oportunidades para a investigação em Matemática.***

É importante salientar que cada país, cada região, teve seu próprio sistema de medidas. Tais unidades de medidas, entretanto, eram bastante simples (rudimentares) e geralmente imprecisas. Sendo assim, utilizava-se de partes do próprio corpo, de uma vara ou de um bastão.

Entender como se deu o processo de construção dos pesos e medidas é mergulhar na história da humanidade e na história da matemática, sabendo reconhecer o quanto a história da última citada contribuiu e continua a contribuindo no processo de ensino-aprendizagem de nossos alunos.

O presente trabalho tem ainda o objetivo de lançar um breve olhar sobre o percurso histórico dos pesos e medidas na vida da humanidade até a adoção do SMD – Sistema Métrico Decimal.

Sendo assim, para entender a História dos Pesos e Medidas é imprescindível levar em conta e compreender a conjuntura social de cada época. Portanto, além de

conhecer as unidades e os padrões das medidas, é preciso entendê-los no contexto social de seu tempo.

Do mesmo modo que o avanço das ciências, da matemática e de outras áreas, a necessidade foi a grande propulsora dos avanços no campo dos pesos e medidas, como veremos adiante e o homem foi muito criativo ao criar inúmeros artifícios para medir e pesar a matéria.

A Questão de Pesquisa deste trabalho, enunciada a seguir, sempre foi para mim um tema que despertou curiosidade e interesse em aprender mais sobre a ***História dos Pesos e Medidas***.

O objetivo principal deste trabalho é contribuir para a formação dos professores de matemática, com atenção especial aos da rede pública do ensino básico, sendo assim, um instrumento de apoio na compreensão de conceitos básicos sobre grandezas e na assimilação dos processos históricos que deram origem aos Pesos e Medidas, bem como, seu desenvolvimento.

O presente trabalho tem ainda por finalidade contribuir para uma visão histórica acerca de como se deu o desenvolvimento dos Pesos e Medidas.

Daí surgiu o seguinte questionamento que será objeto de estudo desta pesquisa:

“Quais foram as condições sócio-históricas e tecnológicas que levaram à progressiva unificação do sistema de pesos e medidas?”

A seguir, uma breve descrição dos assuntos tratados em cada capítulo:

No capítulo I, abordaremos as questões relacionadas à influência dos pesos e medidas na vida humana, os primórdios dos padrões das unidades de medidas, a relação dos povos ao através dos tempos, destacando a antiguidade, idade média e moderna;

No capítulo II, abordaremos as questões ligadas à Ciência e Política: A formação dos Sistemas de Pesos e Medidas;

No capítulo III, abordaremos as questões relacionadas às Tentativas de uniformização e a ideia de um Sistema de Medidas;

No capítulo IV, abordaremos as questões ligadas ao Sistema Métrico e a Revolução Francesa;

No capítulo V, abordaremos a questão histórica e o significado da Revolução Francesa, seu aspecto histórico, social e político;

No capítulo VI, abordaremos a questão do Sistema Métrico Decimal. O que vem a ser esse sistema e se deu seu desenvolvimento;

No capítulo VII, abordaremos a questão do Caráter Internacional do Sistema e trataremos especificamente sobre o Sistema Internacional de Pesos e Medidas;

No capítulo VIII, trataremos dos Pesos e Medidas no Brasil, bem como ocorreu esse processo na história do Brasil.

No capítulo IX, trataremos das Considerações Finais e Conclusão deste estudo.

CAPÍTULO 1

A INFLUÊNCIA DOS PESOS E MEDIDAS NA VIDA HUMANA

Desde o início, sistemas de medidas, tiveram um caráter de determinação de justiça social e também de poder e força política. Quanto ao caráter de justiça social, falsificar uma medida sempre foi e ainda é um crime. Encontram-se na Bíblia trechos em que essa idéia é mencionada: “Vós não cometereis injustiças nas sentenças, nas medidas de comprimento, de pesos e de capacidade. Vós tereis balanças justas, pesos justos, uma medida justa” (Leviticus, Cap. XIX, Versículos 35 e 36 apud Silva 2004, p. 22).

Já no contexto político, os pesos e medidas atuaram como fatores determinantes de poder. A necessidade de normalização para a indústria, de padronização para o comércio e de sistematização para a ciência e a tecnologia provocam até hoje disputas de poder entre as potências políticas mundiais. E assim, foi desde as primeiras civilizações.

Segundo Silva (2004, p. 29), a soberania metrológica foi sempre expressa a partir do direito de estabelecer e controlar as medidas. Um controle que significa também o direito de punir as infrações metrológicas, permitindo, assim, o exercício de um tipo de poder político.

1.1 OS PRIMÓRDIOS DOS PADRÕES DAS UNIDADES DE MEDIDA

Estudar a existência de padrões na remota Antiguidade é uma tarefa árdua, pois, os materiais utilizados para a confecção dos mesmos eram rústicos e pouco duráveis. A grande maioria dos instrumentos utilizados foi confeccionada em couro, madeira, bambu e até mesmo em palha.

Segundo Silva (2004, p.67 e 68), por volta de 600 a 200 a.C., havia, portanto, a necessidade da existência de um padrão de medida e também de se manter inalterado. Todavia, esse objetivo nem sempre foi alcançado. A fragilidade dos materiais disponíveis, em alguns casos, e o desrespeito de algumas autoridades, em

outros, garantiam a imutabilidade das medidas e exigiam, por isso, um rígido controle social e proteção das autoridades.

A notoriedade pública das medidas era o primeiro controle social. Os padrões eram expostos em lugares públicos, como a prefeitura, a praça do mercado ou a entrada de templos ou igrejas. Em casos extremos, para preservá-los de possíveis falsificações, eles foram construídos com materiais raros ou até mesmo talhados em pedra.

De maneira geral, entretanto, o conceito básico adotado para materializar os padrões das unidades de medida foi sempre o mesmo. No caso das unidades de comprimento, por exemplo, praticamente adotou-se sempre o princípio de materializar as unidades a partir da construção de uma régua, sobre a qual se indicava o comprimento da unidade de base e houve dois tipos de padrões diferentes: um para as unidades de medida de matérias secas e um para unidades de medidas para os líquidos. No caso das matérias secas utilizou-se quase sempre um recipiente em forma de cilindro, de altura igual ao diâmetro. Já para os líquidos, a forma variou consideravelmente.

No caso da unidade de massa, adotou-se sempre o princípio de materializar os padrões pela construção de objetos comparadores confeccionados com algum material de densidade elevada, os quais eram usados por intermédio de balanças.

Segundo Silva (2004, p.68), A respeito dos padrões das unidades de comprimento, talvez o mais duradouro e mais bem conservado que se conhece seja o padrão egípcio de unidade de comprimento, denominado *devakh*, que se encontra exposto no Museu do Cairo.

Esse padrão era usado para medir o transbordamento do rio Nilo e encontrava-se por isso, fixado sobre uma coluna de Mamoré na ilha de Rodes, no meio do rio. Por meio de tomadas diárias de medida, indicava-se para todo o país o nível d'água do rio. A altura alcançada pela água durante a inundação determinava até onde o país seria inundado e qual seria a esperança da colheita para aquele ano.

Por isso é fácil imaginar a importância de medir regularmente e metodicamente a altura das águas do rio. Para conhecer a relação entre a fertilidade do Egito e o nível da inundação, foram necessários muitos anos de observações e, principalmente, a manutenção de uma mesma unidade de medida durante todo esse tempo.

Uma variação na unidade de medida exigiria, naturalmente, uma variação também no valor indicativo do nível de fertilidade.

A seguir, veremos como alguns povos, dentro de seu período histórico, desenvolveram seus sistemas de pesos e medidas e como esse desenvolvimento contribuiu, de alguma forma para os sistemas hoje conhecidos.

1.2 ANTIGUIDADE

Os sistemas de Pesos e Medidas são o resultado de uma evolução gradual, sujeita a muitas influências. Sendo assim, não é possível estabelecer um percurso lógico e claro para o seu aparecimento, o sistema de medida por unidades de troca perdurou durante milênios.

O homem primitivo não necessitava de um sistema de medidas sofisticado. Bastavam-lhe algumas medidas de distância aproximadas, e saber distinguir “maior do que” e “mais pesado do que”.

Somente quando começou a se fixar, cultivar a terra e criar animais é que houve a necessidade de uma técnica de medição mais aprimorada.

Tomar-se a si mesmo como medida foi o mais imediato, pois todos podiam compreendê-lo e usá-lo facilmente. Considerado o sistema de medidas mais antigo e universal. Contudo, à medida que o homem evolui e as primeiras civilizações começaram a aparecer, as dimensões individuais não mais foram suficientes para satisfazer às novas exigências estabelecidas.

Segundo Silva (2004, p. 39), a história revela que os primeiros nômades se tornaram sedentários e construíram as primeiras cidades por volta de 6500 a. C., às margens dos rios Tigres e Eufrates, no Oriente Médio e, por volta de 5000 a.C., às margens do rio Nilo, no Norte da África.

Pouco se conhece da Mesopotâmia, pois, praticamente tudo se perdeu ao longo do tempo, engolido pelo deserto. Os conhecimentos que temos são embasados nos relatos históricos do grego Heródoto (484-425 a.C.), que visitou a Babilônia no século V a.C. e estudos e pesquisas de historiadores ao longo dos séculos. Essas informações muitas vezes não são unânimes, mas nos permitem verificar que os povos da antiguidade desenvolveram-se no que se refere aos sistemas de medidas.

1.2.1 Na Mesopotâmia

Segundo Ronan (1987, p. 30), a Mesopotâmia, a terra “Entre os Rios”, ocupa a área aluvial plana entre o Tigre e o Eufrates onde hoje se situa o Iraque. Juntamente com a área ao norte e a oeste, que se alonga acompanhando a curva do Tigre em direção às costas da Síria, do Líbano e do norte de Israel, forma o que tem sido chamado de “Crescente Fértil”. Entre a atual Bagdá e o golfo Pérsico, a terra se inclina suavemente, originando uma diferença de altura total de apenas 10 metros; assim os rios correm vagarosamente, depositando grandes quantidades de sedimentos, inundando suas margens e mudando ligeiramente de curso, de tempos em tempos. No extremo sul, há pântanos e brejos de juncos. O suprimento de água é irregular e a precipitação pluvial, pequena; desse modo, o cultivo deve ser feito próximo aos rios ou apoiado pela irrigação. Ao norte do Crescente, o solo das planícies é compacto e impróprio para as culturas durante oito meses por ano.

Ainda segundo Ronan (1987, p. 31), embora não tivesse uma área própria para a cultura, como o Egito, possuía um enorme suprimento de matérias-primas – produtos agrícolas, incluindo animais, peixes e tamareiras, e desde cedo surgiu uma indústria de juncos, que fornecia produtos de fibra da planta, assim como os próprios juncos. Além disso, há fontes de betume e pedra calcária cerca de 55 quilômetros a oeste, mas não há madeiras, exceto o tipo inferior obtido das tamareiras, apropriado apenas para confecção de vigas toscas, do mesmo modo como não existem pedras duras, havendo ainda pouco metal. Durante toda a sua história, a Mesopotâmia vivia praticamente do comércio; particularmente a parte sul se tornou um vasto mercado e, portanto, um centro de troca e disseminação de idéias.

Cultura Mesopotâmica

Segundo Ronan (1987, p. 33), a discussão das origens da escrita levou-nos a tempos relativamente antigos. Devemos retornar ao Crescente Fértil, no terceiro milênio antes de Cristo, quando a área meridional entre o Tigre e o Eufrates estava sob o controle dos sumérios. Sua soberania durou até cerca de 2350 a.C., quando os acadianos conquistaram o país. Originalmente um nômade, os acadianos assumiram o poder na Suméria, mas, não obstante, foram “conquistados” por seus

súditos, não tendo trazido consigo qualquer melhoramento e limitando-se a estimular aquilo que encontraram; orgulhosamente denominaram-se reis da Suméria e da Acádia.

Ainda segundo Ronan (1987, p. 33), a Mesopotâmia e o Crescente Fértil não eram pacíficos como o Egito, e houve uma série de lutas pelo poder, incursões e conquistas, das quais a mais notável foi a dos assírios, no século XII a.C. Mas o brilhantismo geral que os sumérios mostraram no início continuou, e parece só ter declinado no século VI a.C., com a invasão dos persas. Originalmente, a Suméria tinha algumas cidades importantes, cada uma das quais exercia o controle das áreas circunvizinhas: além de Ur, talvez a mais famosa, havia uma outra cidade bem antiga, Lagash, fundada no sexto milênio antes de Cristo e que atingiu seu apogeu por volta de 2125 a.C.; com Gudéia, que parece ter sido mais governador que um rei. Ur, a cidade que se supõe ser a pátria de Abraão, foi a capital da Suméria de 2800 a 2300 a.C.

Comércio, pesos e medidas

Segundo Ronan (1987, p. 39), na Mesopotâmia, realizavam-se negócios em qualquer sistema de moedas, embora se usassem peças de metal precioso para intercâmbio e na agiotagem, que cobrava uma alta taxa de juros. Mas, se não possuíam uma moeda-padrão – que só apareceria no século VII, na Assíria, ou, mais provavelmente, na Lídia (que corresponde hoje à região ocidental da Turquia) os sumérios desenvolveram um sistema extraordinário de pesos e medidas. Como em todas as medidas, os comprimentos-padrão eram baseados em partes do corpo. Havia mãos e palmos, dígitos (dedos) e pés. Os egípcios possuíam dois tipos de cúbitos real de sete palmos e o pequeno, de seis palmos, mas, na Suméria, havia apenas um cúbito que tinha o comprimento de 495 milímetros, uma medida intermediária entre os dois padrões egípcios.

Ainda segundo Ronan (1987, p. 39), o peso foi empregado inicialmente para medir quantidades de ouro em pó, e não para uso comercial, embora os sumérios (bem como o povo que habitava o vale do Indo, no norte da Índia) tenham introduzido o peso no comércio por volta de 2500 a.C., um milênio antes de ele ser utilizado no Egito. A unidade básica do peso era siclo; na Suméria, correspondia a 8,36 gramas (129 grãos) com uma unidade maior, a mina, de 502 gramas ou

sessenta vezes o siclo. Na Suméria, a unidade de volume era o log, de 541 centímetros cúbitos, que, com variações, foi adotado na Fenícia, assim como por israelitas e judeus, e, por volta de 1400 a.C., foi introduzido no Egito.

Ronan (1987, p. 39), cita que os sumérios usavam um fator-padrão de redução baseado no número 60 ou em seus múltiplos. Assim, a mina era 60 vezes maior que o siclo, e o homer, 720 (12x60) vezes maior que o log. Até o pé sumério era exatamente dois terços (40/60) do cúbito. Assim, eles foram o primeiro povo a ter uma série padronizada de medidas totalmente auto consistente, e isso antes de 2000a.C. O fato-padrão 60 era vantajoso por proporcionar uma divisão exata por muitos números: 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20 e 30, e ainda hoje esse número tem várias aplicações, como em nossas medidas de ângulos e do tempo.

Segundo Ronan (1987, p. 40), cita que os antigos babilônios (assim chamados para distingui-los da civilização neobabilônica dos séculos VII e VI a.C.) desenvolveram o que hoje chamaríamos de álgebra e eram, portanto, capazes de resolver equações matemáticas. Essas equações, necessárias na solução de problemas de construção e topografia, bem como no comércio, eram escritas por extenso, e suas soluções efetuadas passo a passo, de acordo com algumas regras. Eles eram capazes de resolver não apenas equações simples, mas também as de segundo grau e até as cúbicas. A geometria foi outro ramo da matemática e que os antigos babilônios, ou talvez os sumérios, se dedicaram. Eles não organizaram um sistema logicamente formal, como faria Euclides cerca de mil anos depois, mas eram capazes de calcular áreas de figuras planas e os volumes de muitos sólidos, inclusive pirâmides, cilindros e cones. Conheciam os triângulos isósceles e estavam cientes da relação geral entre os lados de um triângulo retângulo, que, como vimos, não era conhecido pelos egípcios. Por outro lado, seu valor para “pi” era inferior ao egípcio.

Ainda segundo Ronan (1987, p. 40), infelizmente, os empreendimentos matemáticos de sumérios e babilônios não tiveram prosseguimento nas épocas posteriores. Sua álgebra foi esquecida e, exceto por um período em que, como veremos, alguns gregos retomaram o assunto, ficou adormecida até ser revivida por matemáticos islâmicos, no século IX d.C. O método utilizado pelos mesopotâmicos para estender a escala dos números até as frações ou submúltiplos de 10 e 6 também se perdeu e só ressurgiu no século XVI d.C., ao passo que seu sistema de divisão por dezenas como base de todas as medidas oficiais não foi retomado no

mundo ocidental até o advento do sistema métrico em fins do século XVIII. Finalmente, a aplicação da posição de símbolos métricos para indicar seu valor também foi esquecida, sendo retomada no Ocidente somente após a introdução no século X dos números indo-arábicos, que usamos até hoje. Afirmar que os sumérios e babilônios fizeram grandes avanços na matemática é depreciar seus méritos; na verdade, eles lançaram os próprios fundamentos de toda a matéria.

1.2.2 Na Babilônia

Na Babilônia, a metrologia tinha uma rica coleção de unidades. A maioria dos fatores de conversão são frações ou múltiplos da base 60. Unidades-chave são o cúbito (kush) de comprimento, SAR (jardim-plot) para a área e volume, Sila de capacidade e de mana para o peso. Na base do sistema é o barleycorn, ela, utilizados para a menor unidade de comprimento, área, volume e peso.

Comprimento

Menor unidade de comprimento é o ela, de cerca de $1/360$ metros.

6 ela = 1 Shu-si (dedo)

30 Shu-si = 1 Kush (cúbito – cerca de $\frac{1}{2}$ m)

6 kush = 1 Gl qanu (Reed)

12 kush = 1 nindam / GAR (vara – 6 m)

10 nindam = 1 eshe (corda)

60 nindam = 1 USH (360 m)

30 USH = 1 beru (10,8 km)

Área

A unidade básica é a área da RAEM, uma área de 1 quadrado nindam, cerca de 36 metros quadrados. As unidades “ela” e “gin” são usados como frações generalizadas desta unidade básica.

180 ela = 1 gin

60 gin = 1 SAR (horta 1 peça nindam – 36 m²)

50 SAR = 1 ubu

100 SAR = 1 iku

6 iku = 1 eshe

18 iku = 1 broca (1 broca é uma área de 1 beru de comprimento por 1 nindam de largura)

Volume

Unidades de volume são as mesmas que as unidades de área e segue a relação que 1 unidade de volume = 1 unidade de área kush x 1. Por exemplo, um volume -SAR é o volume do sólido com base de área 1-sar e altura 1kush (cúbito).

Os tijolos são considerados sólidos retangulares tal que 720 tijolos fazem um tijolo-sar. Existem numerosos tamanhos de tijolos utilizados nos textos de matemática na antiga Babilônia.

Capacidade

Usado para medir volumes de grãos, óleo, cerveja, etc. a unidade básica é a Sila, que equivale a cerca de um litro. O semi-padrão antigo sistema babilônico usado nos textos matemáticos é derivada de sistemas de mensuração ferozmente complexos utilizados no período sumério.

180 ela = 1 gin

60 gin = 1 sila – 1 litro

10 sila = 1 proibição

6 proibição = 1 bariga

5 bariga = 1 gur

Peso

A unidade básica de peso é a mana, aproximadamente $\frac{1}{2}$ quilo.

180 ela = 1 gin / *shiqlu* (siclo)

60 gin = 1 mana (Mina – 500 gr)

60 mana = 1 gu *biltu* talento (carga – 30 kg)

1.2.3 No Egito

Segundo Ronan (1987, p. 20), entre 4000 e 3000 a.C., a Idade Neolítica (ou da Pedra Polida) teve sua cultura bem estabelecida na Mesopotâmia – que corresponde atualmente à região oeste e sudoeste do Iraque – e no Egito. Aí se estabeleceram as primeiras cidades e Estados organizados, mas as duas regiões deram origem a civilizações um tanto diferentes. O Egito era uma região centrada no Nilo, com ambiente hostil no sul e nas fronteiras leste e oeste. Na verdade, era como uma ilha, limitado ao norte pelo mar e, em suas outras fronteiras, pelo deserto; de várias maneiras, a civilização egípcia mostrou certa insularidade. Era conservadora e voltada para si mesma; de modo geral, não estava interessada na expansão ou na conquista de outras terras.

Ainda segundo Ronan (1987, p. 20), o Egito foi unificado em um reino único no quarto milênio antes de Cristo e, exceto por dois períodos de instabilidade, manteve-se unido por mais de 2000 anos. Os principais períodos de domínio unificado são conhecidos como Antigo, Médio e Novo Impérios; como um período dinástico primitivo e épocas de instabilidade.

Ronan (1987, p. 21), cita que a matemática egípcia não era em si mesma, considerada uma forma de conhecimento independente de sua aplicação, como aconteceu na Grécia. Assim, a pesquisa dos princípios matemáticos era desprezível. Não havia uma teoria básica, nem um sistema teórico de geometria: a matemática concentrava-se apenas em contar, somar, subtrair, multiplicar e dividir, mas era suficiente para solucionar os problemas dos escribas de uma administração.

Segundo Ronan (1987, p. 30), havia algumas mentes inquiridoras, como Imhotep, verdadeiro polímata, e o escriba Ahmés, que no reinado de Auserre Apopi I (1607 a 1566 a.C.), escreveu um magnífico tratado de matemática (o papiro Rhind). Esta obra não era apenas um conjunto de tabelas matemáticas, mas também um curso de aritmética, da adição à subtração, passando por números inversos, assim como alguns problemas geométricos referentes à medição de áreas e volumes, embora, mais uma vez, os objetivos tenham sido todos de ordem prática; não há arrazoados teóricos. Mas apesar de o espírito de pesquisa ter sido ridicularizado depois do século XVI a.C., os antigos egípcios certamente reuniram muitos fatos que iriam, pelo menos, contribuir para o desenvolvimento da ciência em seu estágio nascente.

Seu legado chegou aos nossos dias através de templos, pirâmides, papiros etc. e por meio dele foi possível decifrar muitos detalhes de sua metrologia simples e unificada.

Provavelmente a mais antiga medida linear usada pelos egípcios, babilônios e hebreus, foi o *côvado*. De origem incerta, em alguns casos a medida foi adotada como sendo a distância entre o cotovelo e a extremidade do dedo médio, e, em outros casos, a distância entre o cotovelo e o extremo do punho fechado.

O hieróglifo usado para indicar essa unidade é um antebraço de mãos estendidas.

Segundo o egiptólogo alemão R. Lepsius (1810-1884) existiram, no Egito, duas unidades com bases no antebraço:

- O **côvado** pequeno – correspondia a 4 palmos
- O **côvado** real – equivalente a 7 palmos

(LORENZEN,1966 pg 43 apoud Silva 2004)

Os egípcios possuíam também o *remen*, derivada do *côvado* e correspondente à metade do comprimento da diagonal de um quadrado de lado igual a sete palmos, além de outras medidas de comprimento.

Por terem que remarcar corretamente suas propriedades rurais após cada inundação do Nilo é que os egípcios se desenvolveram na agrimensura. Porém não se tem certeza de técnicas e de valores atribuídos às unidades. Algumas fontes indicam três unidades:

- A **terra** – equivalente a 10x10 côvados
- A **centena** – equivalente a 10x100 côvados
- A **setjad** – equivalente a 100x100 côvados

Com relação às medidas de massa sabe-se pouco, mas que usavam balanças e que seus padrões eram confeccionados em pedras ou metal e tinham a forma de um animal.

Já quanto às medidas de volume, estima-se que existiam três unidades principais:

- Jarra – equivalente a aproximadamente 0,5 litros
- Barril – equivalente a 10 jarras
- Saco – equivalente a 10 barris

1.2.4 Na Grécia

Segundo Ronan (1987, p. 64), a cultura grega deveu aos egípcios, aos fenícios e, mais tarde, aos mesopotâmicos, mas, acima de tudo, foi o produto de duas culturas mais antigas, as dos minoanos e dos micênicos. Estas duas últimas centralizaram-se no Egeu, limitado a oeste pela Grécia e leste pela Turquia. Lá, entre 3000 e 2200 a.C. – época contemporânea dos sumérios e do Antigo Império egípcio -, a Idade do Bronze chegou para os povos neolíticos que ocupavam Creta e as Cíclades. Florescentes manufaturas de metal existiam em Creta por volta de 2500 a.C., nas Cíclades e na parte meridional do continente. Construíam-se casas com muitos aposentos e cobertas com telhas, mas havia algumas diferenças entre as duas principais culturas, mais notavelmente na forma pela qual eram realizados os sepultamentos, sendo usados túmulos comunitários em Creta e sepulturas pequenas, nunca para mais de seis pessoas, e geralmente para menos, nas Cíclades. Havia comércio entre as duas áreas: por exemplo, excelentes estatuetas de mármore branco foram das Cíclades para Creta em troca de objetos de ouro e prata. Algumas joias de Creta, desse período, mostram inspiração mesopotâmica, demonstrando o que certamente era uma ligação importante entre as duas culturas.

Segundo Silva (2004, p. 49), as primeiras cidades gregas surgiram por volta de 800 a.C. A sociedade grega soube aproveitar os conhecimentos científicos e culturais adquiridos a partir do contato com os povos da Índia, da Mesopotâmia e do Egito, e acabou por estabelecer as bases de um novo pensamento científico e cultural, que, aprimorado tornou-se a base do conhecimento contemporâneo. (Irineu da Silva, 2004, pg. 47)

Infelizmente, mesmo com todo conhecimento que se tem sobre a sociedade grega, pouco se sabe sobre seu sistema de medidas. Praticamente se desconhecem detalhes sobre confecção e manutenção de padrões, sobre procedimentos de aferição e sobre a legislação metrológica grega.

Os gregos adaptaram alguns padrões dos sistemas desenvolvidos pelos egípcios e babilônios, mas introduziram uma nova unidade:

O **pé** (Foot), que equivalia a 30,83 cm. Dele derivavam:

- O dedo, que correspondia a 1/16 pés
- O plethron, equivalente a 100 pés

- O estádio, que correspondia a 600 pés.

Segundo a tradição grega Hércules utilizou seu próprio pé para marcar um estádio, que seria também a distância que um homem conseguiria correr sem respirar.

Como unidade padrão de massa os gregos tinham o **talento** (variando entre 25 e 26 kg em algumas regiões). Esse se subdividia:

- 1 talento = 60 minas
- 1mina = 100 drachmae

Para medir líquidos usavam como unidade a ânfora (aproximadamente 27,20 litros).

Há indícios que os gregos usavam métodos geométricos além do processo com base na produtividade, para medidas agrárias. “os lotes eram divididos ortogonalmente e a unidade de comprimento era, na maioria dos casos, 12 pés gregos” (Irineu Silva, 2004, pg 49).

Por volta de 200 a.C. o sistema grego prevalecia em todo o Oeste Asiático, Oriente Médio e Leste do Mediterrâneo. Foram os romanos que o difundiram pelo Ocidente, atual Europa.

1.2.5 Roma

Segundo Ronan (1987, p. 130), desde o século III a.C., na época em que Erastóstenes, em Alexandria, media o tamanho da Terra, Roma já governava a Itália. Duzentos anos depois, os romanos controlavam quase todo o Mediterrâneo, inclusive o mundo grego, e estabeleceram um império que deveria prover um grau sem precedentes de paz, coesão e lei e a uma região que se estendia do Egito à Bretanha. A unidade cultural imposta por esse império, e entesourada nas cidades e estradas construídas por toda parte, foi responsável pela transmissão do aprendizado e das artes do Mediterrâneo para as áreas anteriormente atrasadas da Europa setentrional. A unidade desse império viu-se ameaçada no século III d.C. e, em 285 se dividiu no Império do Oriente, com base em Bizâncio (que deveria sobreviver até o século XV), e do Ocidente, ainda com base em Roma. O Ocidente ficou cada vez mais sujeito a invasões bárbaras, mas a dominação cultural de Roma se manteve nas instituições da Igreja Cristã.

Segundo Ronan (1987, p. 130), cita que os romanos eram um povo prático e tecnológico, não muito dado à especulação intelectual; quanto ao pensamento abstrato, eles se voltavam aos gregos em busca de inspiração. Mesmo assim, considerando-se as complexas formulações do direito romano e o arrojo de sua arquitetura nos grandes aquedutos e basílicas, ainda é de admirar que eles realizassem tão poucos trabalhos científicos teóricos. Talvez seja menos surpreendente o fato de que o trabalho realizado tendesse a ser um glossário das ideias gregas. Assim, até o poeta, orador e filósofo Cícero, que viveu no século I a.C., baseou-se fortemente nas ideias de Epicuro e Demócrito, enquanto seus pontos de vista cosmológicos mostravam a grande influência de Ptolomeu. Outros pensadores notáveis do mundo romano eram na verdade gregos em origem e cultura; o médico Galeno, que algumas vezes trabalhou como cirurgião dos gladiadores de Pérgamo, foi um deles.

Ainda segundo Ronan (1987, p. 131), estaríamos muito errados se disséssemos que a civilização romana foi um desastre científico e intelectual. Embora os pensadores romanos não fossem dados a especulações científicas, o respeito que os romanos tinham pelo mundo grego era impressionante. Mesmo nos últimos dias do Império do Ocidente, os trabalhos de Platão, Aristóteles e Homero eram ensinados como ideais de pensamento claro e boa escrita; e, em geral, a lógica e a natureza não-metafísica do pensamento grego agradavam à mentalidade romana. Assim, Roma exerceu um papel vital em manter vivas as ideias gregas, papel esse que deveria ser muito mais apreciado pelos estudiosos da Renascença, mil anos após a queda final do Império Romano do Ocidente.

Segundo Silva (2004, pg 50), o Império Romano começou a partir de um pequeno grupo de tribos que viviam na Itália Central e em seu apogeu chegou a compreender a Europa Central e Meridional, o Norte da África e a Ásia Ocidental. Uma consequência dessas conquistas foi a implantação de um único sistema de medidas em todo o mundo civilizado da época. Com base nas unidades de medidas gregas e agregando algumas outras unidades das regiões conquistadas, os romanos criaram um sistema de medidas próprio, o qual variou muito pouco durante todo o seu domínio.

Padrões materiais representativos das unidades de medidas eram construídos e distribuídos em todas as regiões dominadas, pois mesmo com a permanência do

sistema de medidas dos povos conquistados, obrigatoriamente, o comércio, as construções oficiais e os pagamentos de taxas eram realizados segundos os padrões romanos.

A unidade básica era o **pés** (plural pedes), que equivalente a 29,57 cm (menor que o pé grego) e subdividido em **palmus** e **digitus**. Outras derivações do pes foram:

- **cubitus** (um pes e meio),
- **passus**,
- **decempeda**.

Para longas distâncias tinham entre outras medidas:

- **actus** (120 pedes);
- **stadium** (625 pedes);
- **leuga** (7500 pedes).

Os instrumentos de medição eram confeccionados em bronze, ferro, osso ou chifre, na maioria das vezes em forma de régua articulada ou rígida.

Para medir massa:

- **libra** como medida básica (272,81 gramas)
- 1 libra = 12 unciae
- 1 **uncia** – 24 scrupulum

Para medir sólidos e líquidos, há divergências nas opiniões dos estudiosos, quanto ao valor correspondente, mas eram usados sextarius e amphora entre outros.

Para medições agrárias tinham a mesma metodologia dos gregos que dividia a terra em lotes quadrangulares. Os profissionais responsáveis dessas medições eram chamados de Mensores ou Agrimensores.

Ainda segundo Silva (2004, pg 54), Mesmo com as invasões bárbaras e com a queda do Império Romano o seu sistema de medidas prevaleceu através dos tempos. Ainda hoje se encontram algumas reminiscências das unidades de medidas romanas, como por exemplo, a *milha* inglesa que provém da unidade *mille passus*, ou da *polegada* (inch) e da *onça* inglesa, que são derivadas da *uncia* e da *libra* romana.

1.3 IDADE MÉDIA

Durante a Idade Média, com enfraquecimento do poder real e o fortalecimento dos feudos como estrutura social, com cada senhor feudal sendo dono absoluto de seu domínio, um caos metrológico se instaurou na Europa Medieval. Para cada setor da atividade humana e para cada região havia um sistema de medidas diferentes, principalmente para as medições agrárias, nas quais predominavam unidades de medidas com base no trabalho humano (jornadas de trabalho) e na produção.

No início da Idade Média, as unidades adotadas eram as dos romanos, o último e maior império da Antiguidade. As mais usadas eram ainda aquelas das dimensões humanas. A unidade base continua sendo o **pes**, mas surgiu uma infinidade de **pedes** diferentes.

Para medir o volume de matérias secas, em particular o trigo, houve grandes problemas. A balança era utilizada apenas em alguns ramos do comércio. A unidade base tinha como referência o volume e não o peso, utilizando para isso, recipientes de volume conhecido que em geral não passavam de um volume que corresponderia a 30 kg do produto a ser medido. Precisava-se levar também em consideração: a energia de compactação durante o enchimento – problema resolvido fixando-se uma altura a partir da qual os grãos deveriam cair e exigindo-se que os grãos não fossem socados. Foram também utilizados o *punho* e as mãos como balança.

Para medir volumes líquidos praticamente todos os povos da Idade Média adotavam como padrão um vasilhame de capacidade fixa. Em casos especiais utilizava-se a balança.

A aferição das balanças, bem como a de todos os outros padrões de medidas, passou, a partir do final do século XIII, a ser uma prática corrente nos estados organizados, com a presença de fiscais metrológicos, legislações e corporações de construções de balanças.

Devido à ganância humana os sistemas de medidas foram também motivo injustiça, trapanças que acabaram em lutas sangrentas, e os mais prejudicados, como sempre, foram os mais necessitados, joguetes dos mais corruptos e gananciosos.

CAPÍTULO 2

CIÊNCIA E POLÍTICA: A FORMAÇÃO DOS SISTEMAS DE PESOS E MEDIDAS

Segundo Dias (1998, p. 13 a 15), a idéia 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.

Para Dias, no contexto cultural do Ocidente europeu, não é de se admirar que, dada tal profusão de medidas, passadas e presentes, agrícolas, mineiras 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.

Dias afirma que 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, conduzidas pelos círculos intelectuais e humanistas. 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.

Segundo Dias (1998, p. 14), este tratamento das questões metrológicas pode ser examinado em inúmeros tratados publicados ao longo do 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 metálica*** (1556), talvez o mais complexo 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 Mariana, em seu ***De pesos e medidas***. O texto, publicado em 1599 e oferecido ao rei como parte de uma obra sobre as instituições políticas do 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.

Dias cita outro exemplar bastante curioso desta literatura: tratado do prelado francês Robert Cenau, ***Dos verdadeiros pesos e medidas***, publicado em Paris no ano de 1547. As quinze primeiras são dedicadas a um detalhado panegírico de Francisco I, mas, em seguida, somos introduzidos numa espécie de dicionário de questões práticas, envolvendo a equivalência dos pesos e medidas da Antiguidade ou da Sagrada Escritura com as medidas contemporâneas.

Segundo Dias (1998, p. 14), 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 cena a dificuldade em lidar com as inúmeras unidades de medida em que eram expressas as mercadorias comercializadas em dezenas de portos do 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.

Para Dias, com o tempo, mesmo esta distinção entre temas clássicos e assuntos comerciais foi desaparecendo, como atesta o Dicionário universal das

moedas assim metálicas, imaginárias ou de contar que se conhecem na Europa, Ásia, África e América. Ao que se ajunta uma notícia das moedas dos judeus, gregos e romanos, dois mapas dos pesos das principais cidades de comércio, 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 europeias, e as formas nascentes da comunidade científica.

Segundo Dias (1998, p. 15), as monarquias absolutistas já havia 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 condução 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.

CAPÍTULO 3

AS TENTATIVAS DE UNIFORMIZAÇÃO E A IDÉIA DE UM SISTEMA DE MEDIDAS

Segundo Dias (1998, p. 15), na história das monarquias francesa e inglesa, as tentativas de uniformização dos pesos e medidas foram registradas de forma recorrente, como parte do esforço de centralização administrativa e fiscal. Na Inglaterra, ao longo do século XVII, o *Exchequer* manteve o procedimento inaugurado no reino de Elizabeth I para a melhoria da qualidade dos padrões de medida usados na calibração dos instrumentos de medição comerciais em Londres e nas regiões próximas. Assim, foram confeccionando a jarda e o galão de 1634, o *wine pottle* e o *grain quart* de 1641. Contudo, as medidas legais destinadas a regular o empregos dos padrões, a fiscalizar as atividades dos aferidores e a combater fraudes, tentadas em 1607, 1617, 1640, 1661, 1681 e 1715 jamais tiveram a precisão adequada ou foram efetivamente cumpridas pelas autoridades reais.

Segundo Dias (1998, p. 16), na França, desde 1614, os Estados Gerais pediam a unificação dos pesos e medidas e, em 1668, Colbert patrocinou a fundição de novos padrões para a cidade de Paris. Por duas vezes, em 1754 e 1764 foram realizadas consultas junto aos intendentess de finanças sobre a conveniência ou a viabilidade de uma unificação das medidas, com resultados desanimadores. Não se tratava, evidentemente, de fixar uma constante física como base do sistema ou uma relação numérica entre suas unidades, mas apenas de aplicar um padrão único, convencional, em todo o reino. As resistências de senhores feudais, comerciantes e da população em geral em alterar regras e costumes seculares fizeram-se sentir e, a partir de 1766, a burocracia real finalmente desistiu de uma unificação completa, passando à elaboração de tabelas de conversão e equivalência. Contudo, ao mesmo tempo em que os governos absolutistas fracassavam em suas tentativas de uniformizar o uso dos pesos e medidas, criavam também as condições para o envolvimento da comunidade científica no assunto.

Ainda segundo Dias (1998, p. 16), as primeiras formulações de um sistema universal de medidas são típicos produtos das formas incipientes de organização do trabalho científico constituídas pelas academias e sociedades de sábios da segunda

metade do século XVII, contemporâneas da descoberta da pressão atmosférica e da eletricidade natural. A Royal Society, de Londres, cujo regimento foi estabelecido em 1662, e a Académie des Sciences, cujo patrocínio real permitiu o início de sessões formais em 1666, congregavam os cientistas de maior prestígio em cada país e proviam um ambiente propício ao debate de idéias e à realização de programas experimentais. Foi neste contexto específico que se publicou a primeira exposição sistemática de um sistema de medidas composto por uma base numérica decimal, pela fixação do inter-relacionamento das unidades de massa e comprimento e pelo estabelecimento de seus valores acordo com constantes físicas. Em suas Observações sobre o diâmetro do sol e da lua seguidas por breve dissertação sobre a idéia de novas medidas geométricas, publicadas em Lyon, em 1670, o abade Gabriel Mouton, vigário da igreja de São Paulo, criou um sistema cuja unidade básica seria constituída por uma fração da circunferência da Terra. A partir desta unidade básica, Mouton deduziu um conjunto de medidas lineares, sujeitas a relações decimais.

Segundo Dias (1998, p. 17), no sistema criado por Mouton, a unidade básica seria o *milliare*, equivalente ao comprimento de um arco de 1 minuto de circunferência máxima da Terra. As demais unidades seriam a *centúria*, a *decuria*, a *virga*, a *virgula*, a *decima*, a *centesima* e a *milesima*. A *virga* e a *virgula* correspondem às frações $1/1.000$ e $1/10.000$ do *milliare* respectivamente, e seriam equivalentes à toesa e ao pé. A fração do meridiano terrestre, porém, não foi a única opção considerada. A utilização do pêndulo foi proposta como unidade fundamental, em 1671, pelo matemático Jean Picard, que, ao examinar as antigas toesas em uso na França, propôs associar seu valor à medida da extensão do pêndulo que bate 1 segundo em Paris. A escolha da oscilação do pêndulo foi entusiasticamente endossada pelo físico Christian Huygens, em 1673.

Dias (1998, p. 17), cita uma questão tratada no início do século XVIII, onde o matemático Cassini, chefe do Observatório de Paris, voltaria a propor, em 1720, um padrão de medidas constituído pela fração do meridiano terrestre. Sua unidade, o *pé geométrico*, seria equivalente a $1/100$ do arco de 1 segundo do meridiano terrestre; a toesa de 6 pés seria contida 1.000 vezes no arco de 1 minuto e o grau teria 60.000 toesas. Entretanto, àquela altura, tanto o problema prático da medição dos meridianos terrestres, como a variação na oscilação do pêndulo provocada pelas variações na gravidade terrestre já haviam se tornado obstáculos concretos na

configuração do sistema de medidas, uma vez que as sociedades científicas estavam longe de dispor dos meios para a condução das rigorosas medições.

Segundo Dias (1998, p. 17), a primeira ligação concreta entre as discussões científicas e os recursos governamentais seria constituída quando, em seus esforços de unificação dos padrões de medidas, o governo francês resolveu patrocinar o trabalho de definição da equivalência das medidas tradicionais com constantes físicas, no caso específico, a toesa de Paris. Encarregada oficialmente do problema, a Academia de Ciências de Paris organizou então duas expedições para a medição de dois arcos do meridiano, um próximo à linha do Equador e outro na região polar. A comissão do Equador partiu para o Peru em 16 de maio de 1735, estendendo seus trabalhos até 1744. A comissão da região polar dirigiu-se à Lapônia, no verão de 1736. A medida de 1 grau da primeira expedição resultou em 57.074,5 toesas e a medida da expedição polar para o grau foi de 57.438 toesas.

Ainda segundo Dias (1998, p. 18), ao fim, as medições realizadas no Peru dariam origem ao padrão de ferro da toesa de Paris, chamada então toesa do Peru, que deveria ser utilizada, a partir de maio de 1766, por determinação de Luís XV, como padrão a ser reproduzido e enviado às províncias francesas. Como já se discutiu anteriormente, mais este esforço de uniformização foi inviabilizado pela resistência de comerciantes e senhores feudais que temiam a interferência real na determinação de suas rendas e contavam com o conservadorismo da própria população. Entretanto, um paço adicional havia sido dado tanto na experiência concreta das medições, como no relacionamento entre governo e cientistas. Uma nova oportunidade para a associação entre ciência e a reforma das instituições governamentais só surgiria quando a concepção do sistema universal de medidas fosse associada às transformações políticas e sociais deflagradas pela Revolução Francesa.

CAPÍTULO 4

O SISTEMA MÉTRICO E A REVOLUÇÃO FRANCESA

Segundo Dias (1998, p. 17), em 4 de agosto de 1789, os privilégios e rendas feudais, assim como os sistemas de pesos e medidas a eles associados, foram suprimidos de um só golpe. Em maio de 1790, para preencher o vazio legal criado, o bispo de Autun e delegado do clero aos Estados Gerais, príncipe de Talleryand-Périgord, entre outras propostas liberais, encaminharia à Assembléia Nacional uma nova legislação metrológica estabelecendo como base do sistema universal de medidas o comprimento do pêndulo que bate à latitude de 45°. A nova lei determinava ainda o envio de mensagem ao Parlamento Britânico para que a Sociedade Real de Londres colaborasse com a Academia de Ciências de Paris na elaboração deste novo sistema de medidas. A Assembleia Nacional Francesa aprovaria a proposta de Talleyrand e encarregaria o Comitê de Agricultura e Comércio de apresentar um relatório sobre tal proposição. Transformado em projeto de lei, seria levado à sanção real em 8 de maio de 1790. Pelo decreto então firmado, os administradores dos diversos departamentos franceses enviariam a Paris modelos exatos das unidades de pesos e medidas utilizadas em suas comarcas. Caberia à Academia de Ciências de Paris estabelecer o quadro de relações das antigas medidas, ficando a abolição destas últimas previstas para o prazo de seis meses após a substituição legal pelo novo sistema.

Dias (1998, p. 19), cita que a Academia Francesa nomeou uma comissão composta, entre outros, pelos matemáticos Borba e Louis Joseph Lagrange, o químico Antoine Laurent de Lavoisier e o marquês de Condorcet. Ficaram eles incumbidos de estudar os problemas e estabelecer os passos concretos a tomar. O marquês de Condorcet, também eleito para a Assembléia, cumpriria o papel chave, junto com Talleyrand, na associação entre as transformações políticas da Revolução e adoção do sistema métrico. Um primeiro relatório foi apresentado em 27 de Outubro de 1790. Apesar de recomendar a relação decimal para todas as unidades, reconhecia as vantagens de cálculo no sistema duodecimal, sugeria oscilação do pêndulo como medida fundamental e expressava mais dúvidas que medidas

concretas. Na prática, voltava à estaca zero. Julgado insatisfatório pela Assembléia Nacional foi então convocado uma segunda comissão.

Segundo Dias (1998, p. 19), o novo relatório foi apresentado pelo marquês de Condorcet em 26 de março de 1791, e a fração do meridiano terrestre voltou a ocupar uma posição de medida fundamental. Decidiu-se então tomar por base o meridiano de Dunquerque até Barcelona, cuja medição já havia sido anteriormente realizada, necessitando apenas de verificação. A comissão sugeriu os seguintes procedimentos para uma proposta completa de sistema de medida: determinação da diferença de latitude entre Dunquerque e Barcelona; fixação da extensão do pêndulo que bate o segundo; observação do peso de um volume conhecido de água destilada a 0° e o estabelecimento das relações entre antigas e novas medidas. Aprovado o relatório, a Academia de Ciências foi autorizada pela Assembléia Nacional a nomear novas comissões para dar prosseguimento ao projeto. O diretor do Observatório de Paris, Cassini, o astrônomo Pierre Méchain e Legendre foram encarregados da triangulação e determinação de latitudes; Gaspar Monge e De Meusnier pelas medidas das bases; e Borba e Coulomb pelo estabelecimento do comprimento do pêndulo. A determinação do peso de um volume de água foi atribuída a Lavoisier e Haüy. A coordenação dos trabalhos cabia a Borba, Condorcet, Lagrange e Lavoisier.

Segundo Dias (1998, p. 20), as realidades práticas, contudo, não podiam aguardar a conclusão dos trabalhos científicos e, com a subida dos girondinos ao poder, em março de 1792, o ministério pediria providências para uma rápida conclusão dos trabalhos ou que se providenciasse uma tábua provisória de medidas, tendo em vista a necessidade de facilitar a livre circulação de mercadorias no reino e para evitar os distúrbios e *jacqueries* que já se registravam em função do vácuo metrológico gerado pela supressão de privilégios feudais em 1789. Em 25 de novembro de 1792, uma comissão da Academia compareceu à Convenção Nacional, que substituíra a Assembléia em setembro, para prestar conta dos trabalhos. Borda e Lalande apresentaram o relatório e entregaram a íntegra dos trabalhos preparados pelas comissões, considerado satisfatório pela convenção.

Ainda segundo Dias (1998, p. 20), como o desdobramento do relatório, a Academia fixaria o metro provisório de 36 polegadas e 11,44 linhas em 29 de maio de 1793, estabelecendo também a escala decimal para múltiplos e submúltiplos. O valor do metro foi atingido a partir do cálculo da décima milionésima parte do quarto

do meridiano. Quanto à nomenclatura definitiva hesitou-se ainda entre uma que se denominou *metódica* – incorporando os atuais nomes das medidas métricas – e outra simplificada, incluindo os nomes das antigas medidas. O agravamento das condições políticas, com a ascensão dos jacobinos em abril de 1793, entretanto, não permitiu que os trabalhos científicos tivessem curso tranquilo. Após a tomada das decisões básicas, várias comissões nomeadas pela Academia de Ciências tiveram uma composição alterada por demissões, perseguições ou, como no caso de Lavoisier, por condenação à guilhotina. Apesar de tudo, o trabalho, afinal completo, seria aprovado pela Convenção Nacional, em 1º de agosto de 1793, dando-se preferência à nomenclatura *metódica* e estabelecendo o prazo de um ano para o uso obrigatório de todo o sistema. Autorizava também a construção de padrões e cópias a serem remetidas às municipalidades, recomendando a publicação de livros e folhetos com o fim de disseminar o novo sistema.

Dias (1998, p. 20), cita que a própria Academia de Ciências seria envolvida no processo de destruição do Antigo Regime, sendo considerada, assim como outros institutos, em agosto de 1793, como parasitária, sendo suprimida por decreto. Os membros da Academia que estudavam a implantação do novo sistema métrico viram-se forçados a continuar seus trabalhos como comissão temporária, mas o Comitê de Salvação Pública promoveria, a seguir, novo expurgo nesta comissão, afastando, entre outros, Borba, Laplace e Coulomb. Após o expurgo da Comissão, os trabalhos permaneceram suspensos por mais de um ano.

Segundo Dias (1998, p. 21), com o golpe do Thermidor e a execução dos líderes jacobinos, após meados de 1794, a situação política foi se estabilizando e os trabalhos de definição dos padrões foram retomados, assumindo o sistema métrico seus contornos definitivos. Em março de 1795, Pierre Louis Prieur apresentaria um relatório à Convenção, votado em 7 de abril, tornando obrigatório o uso do sistema métrico. Após a aprovação da lei, uma anistia também seria votada para os antigos membros da Academia que haviam trabalhado na elaboração do novo sistema. Em 17 de abril de 1795, seria nomeada uma nova comissão, agora denominada Agência Nacional de Pesos e Medidas para dar continuidade aos trabalhos interrompidos. Borba e Brisson estabeleceram o metro provisório de acordo com a medida anteriormente definida de 3 pés e 11,44 linhas de toesas, a uma temperatura de 13ºR. Apresentado ao comitê de Instrução Pública, o padrão foi depositado nos Arquivos de França.

Ainda segundo Dias (1998, p. 21), a definição da unidade de massa, inicialmente concebida como a massa do decímetro cúbico de água destilada, pesada no vazio e tomada em seu máximo de densidade, não seria tão simples. As dificuldades em se estabelecer as medidas das dimensões interiores de um vaso foram contornadas pela definição da pesagem de um sólido de volume conhecido, no ar e na água. De acordo com os cálculos anteriores de Lavoisier, o peso do quilograma provisório foi de 18.841 grãos de marco médio da *pile* de Carlos Magno. Após a condenação de Lavoisier, caberia a Lefevre-Gineau a confecção do cilindro padrão para o peso do quilograma de água, também depositado no Observatório de Paris.

Dias (1998, p. 21), cita que a medição dos meridianos foi retomada. Coube a Pierre Méchain a medição de Barcelona a Rodez, e a Delambre a medição de Rodez a Dunquerque. Em 20 de maio de 1799, Méchain apresentou relatório de seu estudo da comparação das réguas utilizadas como padrões, afirmando que a medida da toesa do Peru permanecia sem variações. Com as novas medições, os padrões provisórios foram sendo aperfeiçoados. Em 25 de maio de 1799, foi apresentado o relatório final sobre as medições do meridiano. O quarto do meridiano medido foi calculado em 5.130.740 toesas, sendo o metro definido em 3 pés, 11 linhas 296/1.000 – diferentemente da definição inicial de 3 pés 11 linhas, 442/1.000. Em 30 de maio de 1799, o trabalho de Lefevre-Gineau terminava por definir o quilograma com o valor de 18.827,15 grãos. Sistematizados, os três relatórios estabeleciam os novos valores para as unidades do sistema.

Segundo Dias (1998, p. 22), caberia a Borba a constituição dos protótipos definitivos do metro e do quilograma. Após a morte de Borba em fevereiro de 1799, seu substituto, Lenoir, construiu um comparador, cuja precisão atingia o milésimo de linha e com este instrumento foram construídos 12 metros de ferro e dois de platina. Com as devidas certificações, o metro de ferro n. 2 foi considerado ideal e escolhido como comparador dos demais, sendo depositado nos Arquivos de França a 22 de julho de 1799. Completada a organização do sistema métrico decimal, após quase uma década de turbulência política, seu futuro na França, do ponto de vista prático, passou a depender das resistências da população e da persistência governamental.

Ainda segundo Dias (1998, p. 22), em 10 de dezembro de 1799, seria sancionado o sistema métrico e o reconhecimento legal dos novos padrões, mas as primeiras reações não foram favoráveis. Apenas 12 departamentos franceses

acolheram sem relutância as novas unidades e a população em geral reclamava do emprego de nomes em outras línguas. Estes pontos se tornariam tão problemáticos que, em 1812, o próprio Napoleão Bonaparte reconheceria, em dois decretos, as resistências. Em 2 de fevereiro decretou o ensino obrigatório do sistema métrico nas escolas e autorizou a construção de novos exemplares dos pesos e medidas do novo sistema, embora trazendo gravadas as relações com o antigo sistema.

Dias (1998, p. 22), cita que em 28 de março, estabelecia um compromisso pragmático, autorizando o uso de medidas não métricas no comércio, tais como a toesa (2 metros, subdividida em 6 pés), o aune (valendo 12 centímetros, dividindo-se em 16 partes) o boisseau para a venda de cereais (1/8 do hectolitro) e a libra (500g). Após ultrapassar variados compromissos legislativos e suplantar a oposição de vários setores da economia, o uso de compulsório e exclusivo do sistema métrico seria consolidado apenas pela lei de 4 de julho de 1837.

4.1 Breve cronologia da Revolução Francesa (1789-1799)

Segundo Hunt (2007, p. 15), a cronologia da Revolução Francesa ocorreu da seguinte forma:

- 1788 – 8 agosto - O rei concorda em convocar os Estados Gerais, que não se reunião desde 1614.
 - 21 setembro - O Parlamento de Paris recomenda que os Estados Gerais adotem os mesmos procedimentos de 1614.
- 1789 – 5 maio - Início das atividades dos Estados Gerais em Versalhes.
 - 17 junho - O Terceiro Estado decide intitular-se Assembléia Nacional.
 - 11 julho - O Rei demite seu popular ministro Necker.
 - 14 julho - Queda da Bastilha.
 - 5-6 outubro – “Dias de Outubro”, quando uma multidão marcha de Paris a Versalhes para trazer a família real de volta à capital.
- 1790 – 12 julho - Constituição Civil do Clero.
 - 14 julho - Festival da Federação em comemoração ao Dia da Bastilha.
 - 27 novembro - Decreto exige juramento de lealdade do clero.
- 1791 – 20 junho - O rei tenta fugir disfarçado e é capturado em Varennes.
 - 1 outubro - Início das atividades da recém-eleita Assembléia Legislativa.

- 1792 – 20 abril - Declaração de guerra contra a Áustria.
 20 junho - Multidão invade o Palácio das Tulherias.
 10 agosto - Insurreição em Paris e ataque às Tulherias levam à suspensão do rei.
 2 setembro - Perda de Verdun para o exército prussiano.
 2-6 setembro - Assassinato de prisioneiros nos “Massacres de Setembro”.
 21 setembro - Convenção Nacional recém-eleita reúne-se pela primeira vez e extingue a monarquia
- 1793 - 14-17 janeiro - Votação no julgamento do rei.
 21 janeiro - Execução de Luís XVI.
 1 fevereiro - Declaração de guerra ao Reino Unido e à República Holandesa.
 10 março – Criação do Tribunal Revolucionário.
 11 março – Início da revolta na Vendéia.
 4 maio – Primeiro “teto” para o preço dos grãos.
 31 maio-2 junho – Insurreição leva à prisão dos “girondinos” na Convenção.
 27 julho – Robespierre eleito para o Comitê de Segurança Pública.
 5 setembro – Manifestação na Convenção põe o “terror” na ordem do dia.
 5 outubro – Adoção do calendário revolucionário.
 16 outubro – Execução de Maria Antonieta.
- 1794 - 4 fevereiro – Abolição da escravidão nas colônias francesas.
 13-24 março – Prisão, julgamento e execução de “hebertistas”.
 30 março-5 abril – Prisão, julgamento e execução de “dantonistas”.
 8 junho – Festival do Ser Supremo.
 27 julho – “O nove termidor” – prisão de Robespierre, Saint-Just e seus Partidários (executados 28-9 de julho).
 12 novembro – Fechamento do Clube Jacobino de Paris.
 24 dezembro – Abolição do teto dos preços.
- 1795 - 1-2 abril – Revolta popular em Paris.
 20-23 maio – Segunda revolta popular, também fracassada.
 maio-junho – “Terror Branco” no Sul contra ex-terroristas.
 22 agosto – Convenção aprova a Constituição do ano III.
 5 outubro – Derrota da insurreição de direita em Paris contra nova Constituição.

- 26 outubro – Começa o governo do Diretório, após eleições do ano IV (outubro 1795).
- 1796-abril-outubro 1797–Sucessão de vitórias de Bonaparte na Itália.
- 1797 - março-abril – Eleições do ano V registram ganhos dos realistas.
27 maio – Execução de Babeuf.
4 setembro – “Golpe do 18 frutidor, ano V”, expurgando legislatura de supostos realistas.
- 1798 - março-abril – Eleições do ano VI marcam ressurgimento jacobino.
11 maio – “Golpe do 22 floreal, ano VI” contra os jacobinos nos conselhos.
maio-outubro 1799 – Bonaparte no Egito e Oriente Médio.
- 1799 - 9-10 novembro – Golpe de Bonaparte em 18-9 brumário.

4. 2 Uma interpretação da Revolução Francesa

Segundo Hunt (2007, p. 21 e 22), ao proclamar que “tudo dependia fundamentalmente da política”, Rousseau estava fazendo uma afirmação provocativa e ambígua. A seu ver, o alicerce da vida social era a política, e não os costumes, a moral ou a religião. O caráter de um povo dependia da natureza de seu governo. Aludindo à “grande questão do melhor governo possível”, Rousseau indicou que o governo poderia muito bem ser diferente do que era – poderia ser melhor. Mas de onde viria esse governo? Como algum mortal poderia determinar o que tornava um povo “o mais virtuoso, o mais esclarecido, o mais sábio, o melhor”? Como um governo poderia ser mais esclarecido que o povo que ele se destinava a moldar? Os revolucionários franceses tiveram de confrontar justamente essas questões. Adotaram Rousseau como guia espiritual, mas Rousseau foi mais vago precisamente onde eles se viram diante das decisões mais cruciais. Dada a oportunidade única de renegociar ao contrato social, que forma ele deveria assumir? Qual era a vontade geral na França na década de 1790? Qual era o melhor governo possível, entendendo-se governo, como fez Rousseau, “no sentido mais amplo da palavra”?

Ainda segundo Hunt (2007, p. 22), a Revolução mostrou quanto tudo dependia da política, mas o fez de maneiras que teriam surpreendido Rousseau se

ele tivesse vivido mais quinze anos. Os revolucionários não apenas debateram as clássicas questões do governo, como as virtudes da monarquia comparadas às da república ou da aristocracia comparada às da democracia. Eles também agiram baseados nessas questões, de maneiras inéditas e surpreendentes. No calor do debate e conflito político, a própria concepção do “político” expandiu-se e mudou de forma. A estrutura da organização política mudou sob o impacto da crescente participação e mobilização popular; a linguagem, o ritual e as organizações políticas assumiram, todos, novas formas e significados. Como Rousseau profetizou, mas só poderia ter imaginado muito vagamente, o governo tornou-se um instrumento para moldar o povo. O deputado Grégoire declarou em janeiro de 1794: “O povo francês foi além de todos os outros povos; contudo, o detestável regime de cujos vestígios estamos nos livrando ainda nos mantém a grande distância da natureza; existe ainda enorme lacuna entre o que somos e que poderíamos ser. Apressemos-nos a preencher essa lacuna; reconstituamos a natureza humana dando-se nova estampa”.

Hunt (2007, p. 23), cita que os franceses não inventaram a política nem o conceito do político, mas, por razões ainda não plenamente compreendidas, conseguiram investi-los de extraordinário significado emocional e simbólico. Passo a passo, às vezes apenas com uma vaga percepção do que estava acontecendo, os franceses fundaram uma tradição revolucionária que perdura até nossos dias. Paradoxalmente, enquanto multiplicavam as formas e significados da política, os franceses mais revolucionários agiram movidos por uma profunda desconfiança de tudo o que fosse explicitamente político.

Segundo Hunt (2007, p. 24), não temos muita noção do quanto a política revolucionária foi surpreendente na década de 1790. Quase todo livro didático de história aponta 1789 como o divisor de águas da era moderna, e a Revolução Francesa é um dos eventos mais analisados na historiografia do Ocidente. Justamente por isso, perdeu o frescor e a novidade. Em retrospecto, o momento crítico parece muito óbvio; como seria nosso mundo sem partidos, ideologias, ditadores, movimentos de massa e até mesmo sem a retórica política antipolítica? Os recentes debates acadêmicos sobre a Revolução também não parecem dar a devida ênfase ao evento. Nas polêmicas, o que está em questão não é o caráter da experiência revolucionária em si, mas suas origens e resultados a longo prazo. A Revolução serve meramente como um veículo de transporte entre causas e efeitos

de longo prazo; como resultado, o surgimento de uma política revolucionária passou a ser visto como uma consequência inevitável. As três principais escolas interpretativas têm essa mesma preocupação com origens e resultados.

Ainda segundo Hunt (2007, p. 24), a interpretação marxista da Revolução ultimamente tem estado sob fogo cerrado, em parte porque é a mais fundamentada na teoria. O próprio Marx tinha profundo interesse pela história da Revolução Francesa. Em meados da década de 1840, reuniu documentação e leu muito, preparando-se para escrever a história da Convenção Nacional. Interesses políticos imediatos, e também seu estudo geral do capitalismo, impediram-no de se dedicar ao projeto até o fim. Mesmo assim, em todos os textos historiográficos de Marx, a Revolução serviu de pedra de toque: favoreceu o desenvolvimento do capitalismo, eliminando o estrangulamento feudal da produção, e conduziu a burguesia como classe ao poder. Esses dois elementos inseparáveis – o estabelecimento de uma estrutura jurídica adequada para o desenvolvimento capitalista e a luta de classes vencida pela burguesia – caracterizaram desde então os relatos históricos marxistas da Revolução. Como mais recente defensor da “historiografia clássica da Revolução Francesa”, Albert Soboul afirmou que a Revolução marcou “o surgimento, o crescimento e o triunfo final da burguesia”.

Segundo Hunt (2007, p. 25), na interpretação marxista, a Revolução teve natureza burguesa porque suas origens e resultados foram burgueses. Os historiadores marxistas identificam as origens da Revolução no modo decidido como a burguesia se impôs por ocasião da reação aristocrática na década de 1780, e acham que o resultado foi o triunfo distintamente burguês do modo de produção capitalista. A variável interveniente – a vivência da Revolução – é considerada da perspectiva de sua contribuição para essa situação. A burguesia teve de aliar-se às classes populares quando o sistema do Terror ameaçou sair de controle e foi obrigada a aliar-se a Napoleão para assegurar a consolidação dos ganhos burgueses em patrimônio e reforma jurídica. O resultado (a hegemonia econômica e social da burguesia) decorreu das origens (conflito de classes entre burguesia e aristocracia) de um modo aparentemente inexorável.

Ainda segundo Hunt (2007, p. 25), a posição “revisionista” contesta a interpretação marxista em quase todas as frentes, mas em geral os revisionistas implicitamente aceitam a premissa central do argumento marxista, ou seja, de que a interpretar a Revolução consiste em relatar suas origens e resultados sociais. Na primeira crítica abrangente à ortodoxia marxista, Alfred Cobban assegurou que a Revolução não foi feita pela burguesia no interesse do desenvolvimento capitalista, e sim por venais detentores de cargos públicos e profissionais liberais cujas fortunas estavam declinando. Suas ações acabaram beneficiando proprietários de terra em

geral; na verdade, o vivenciamento da Revolução retardou o desenvolvimento do capitalismo na França. A explicação marxista, que Cobban chamou de “interpretação social”, equivocou-se quanto às origens e aos resultados da década de Revolução.

Segundo Hunt (2007, p. 37), a maior realização da Revolução Francesa foi a instituição de uma cultura política drasticamente nova. A Revolução não surpreendeu seus contemporâneos porque assentou os alicerces para o desenvolvimento capitalista ou para a modernização política. Os ingleses descobriram modos mais eficazes de fomentar o primeiro, e os prussianos mostraram que um país podia buscar esta última sem democracia ou revolução. A Revolução na França contribuiu pouco para o crescimento econômico ou a estabilização política. O que a Revolução efetivamente estabeleceu, porém, foi o potencial mobilizador do republicanismo democrático e a arrebatadora intensidade da mudança revolucionária. A linguagem da regeneração nacional, os gestos de igualdade e fraternidade e os rituais do republicanismo não foram logo esquecidos. Democracia, terror, jacobinismo e o Estado policial tornaram-se, todos, características recorrentes da vida política.

Ainda segundo Hunt (2007, p. 37), as origens da nova cultura política nos anos ou décadas anteriores a 1789 não foram muito evidentes, e seu resultado, à primeira vista, não foi marcante: Napoleão e os Bourbon depois dele empenharam-se imensamente para eliminar todos os vestígios daquela cultura e, em muitos aspectos, pareciam ter conseguido. Entretanto, a nova tradição revolucionária, com seus valores e expectativas, não desapareceu. Mesmo fora da França, continuou a ter uma vida pujante na clandestinidade, e seu espectro foi mantido vivo nos temores e escritos dos defensores dessa nova ideologia – o conservadorismo. Mesmo nos novos poderes policiais criados para contê-la, a memória da Revolução continuou. Depois que os revolucionários agiram segundo a convicção de Rousseau de que o governo podia formar um povo, o Ocidente nunca mais foi o mesmo.

CAPÍTULO 5

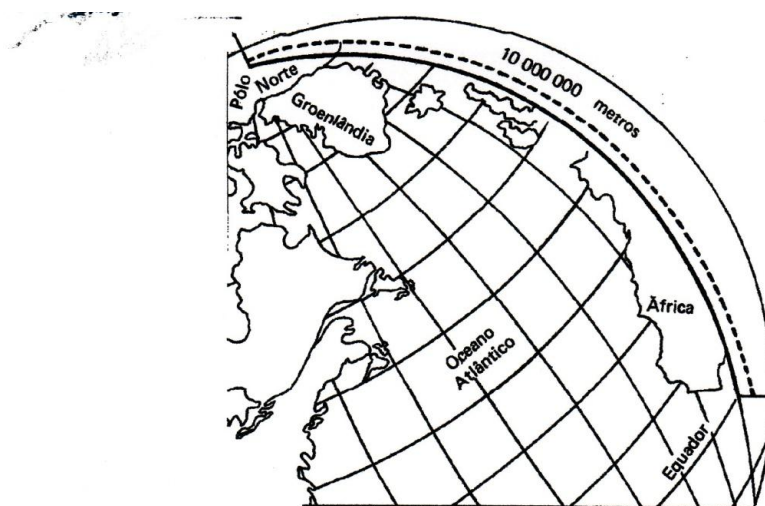
O SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

Algumas propostas de unidade padrão começaram a serem feitas na França e na Itália, mas não tiveram repercussão. Contudo um cenário político se fez favorável a uma mudança já desejada há muito. França, 1789. A revolução Francesa foi o terreno que fez germinar uma nova semente que pôs fim ao monopólio senhorial sobre pesos e medidas, através de um sistema unificado para todo território francês.

O projeto de unificação de pesos e medidas, apresentado à Assembléia Nacional pelo deputado e bispo de Autun, Charles Maurice de Talleyrand, foi aprovado em 8 de maio de 1790 e sancionado por Luiz XVI em 22 de agosto do mesmo ano.

Talleyrand propôs que fossem adotados padrões invariáveis retirados da natureza, os quais pudessem ser reconhecidos por outras nações e teriam, assim, caráter internacional.

A Academia de Ciências Francesa ficou encarregada da fixação das unidades-padrão para medida linear e para medida de massa. Quanto à medida linear adotou a idéia de uma fração de um arco de meridiano. Fixou-se que a décima milionésima parte da quarta parte de um arco de meridiano terrestre, medido entre o Equador e o Pólo Norte, seria adotada como unidade de medida linear, denominada **metro**.



A distância do Pólo Norte ao Equador é de quase 10 000 000 metros.

Estabeleceu-se, então, que um arco de meridiano de aproximadamente 9,5° seria medido entre Dunkerque, na França, e Barcelona, na Espanha, e o resultado dessa medição seria usado como unidade-padrão para a nova unidade de medida linear (Irineu Silva, 2004, pg 83).

A unidade de massa foi relacionada à unidade de volume: fixou-se que a unidade básica de massa seria a unidade de um decímetro cúbico de água, em condições especiais a serem determinadas.

Para a realização dos estudos de bases teóricas do novo sistema de medidas a Academia indicou vários estudiosos, entre eles Joseph-Louis Lagrange (1743-1813), Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), Pierre Laplace (1749-1827) para a medição linear. Após a definição teórica foram estabelecidas duas equipes para os trabalhos práticos de determinação do peso de um volume conhecido de água – Antoine-Laurent de Lavoisier e René-Just Haüy (1743-1822) e para as medições geodésicas foram indicados os geodestas Jean-Baptiste Delambre (1749-1822) e Pierre-François-André Mechain (1744-1804).

Em meio a um momento político difícil, sem o apoio de cientistas estrangeiros convidados, com um alto custo, iniciaram-se os trabalhos de medições. Para a unidade de medida do comprimento acreditava que seriam necessários sete meses, ao contrário, foram preciso sete anos, em virtude de dificuldades políticas e de dificuldades práticas para realizar as medições. Para a unidade de massa durante os vários anos de duração dos trabalhos também houve imprevistos: Lavoisier foi decapitado em 1794, vítima da Revolução Francesa, levando consigo toda a base teórica que havia desenvolvido. Os novos integrantes da equipe não conseguiram resolver todas as incógnitas do problema e acabaram por definir um padrão provisório, que mais tarde foi aceito como definitivo (Irineu Silva, 2004, pg 86).

Um fator importante na criação do Sistema Métrico e difícil de ser quantificado foi quanto à intervenção dos revolucionários franceses nesse processo. Há documentos da época que indicam a ocorrência de manifestações e pronunciamentos contra os sistemas vigentes. Muitos processos contra os senhores feudais foram movidos e vários padrões de medidas, destruídos. Além da destruição do regime feudal seria necessário impedir que aumentassem ou diminuíssem as unidades de medidas de acordo com seus próprios interesses. Esse sentimento reinante de mudança e o ardor revolucionário foram sem dúvida, determinantes no processo de implantação de Sistema Métrico.

Durante para os trabalhos práticos de medições para determinação das unidades de medida de massa e de comprimento, vários instrumentos foram aprimorados ou desenvolvidos; diversos especialistas de área distintas acabaram por participar do processo e muitas dificuldades tiveram que ser superadas.

Os integrantes das equipes de medições geodésicas encontraram obstáculos na Espanha (que estava em guerra contra a França); por vezes eram confundidos com inimigos e mesmo sabendo da importância do trabalho desenvolvido e permitindo sua realização em solo espanhol, o rei da Espanha considerou Mechain prisioneiro francês durante todo o conflito entre a Espanha e a França.

A equipe que iniciou suas medições na França em direção à Espanha, foi importunada inúmeras vezes pelas pessoas das regiões por onde passavam. Completamente ignorantes sobre o assunto criavam obstáculos aos trabalhos incluindo a detenção de toda a equipe de medidores.

Estando concluídos os trabalhos para se estabelecer a massa do quilograma e as dimensões do metro, o próximo passo foi a materialização desses padrões. Para o primeiro construiu-se um padrão de platina fundida em forma de cilindro polido com diâmetro igual à altura. Para o metro construiu-se uma régua plana, de também de platina fundida e usinada.

Em 10 de dezembro de 1799 os padrões construídos tornaram-se padrões nacionais e mais tarde se tornaria internacional. Contudo a aceitação do Sistema Métrico foi lenta e difícil a princípio, como já se esperava que fosse, mesmo na própria França. De fato, na França as antigas unidades estavam muito arraigadas ao dia-a-dia da população e foram necessárias algumas adaptações para que ele fosse compreendido e adotado em todo o país. A implantação definitiva ocorreu em 1840 com um rígido decreto governamental que infligia sanções severas aos faltosos e exigia a utilização do novo sistema em todos os setores da sociedade. Um facilitador foi o fato de o Sistema estar embasado no sistema de numeração decimal e conseqüentemente ser fácil a transformação de uma unidade derivada para outra.

No resto da Europa a aceitação foi lenta também. O Brasil adotou-o em 1872. No início do século XX havia cerca de 30 países adotando o novo sistema.

Com a internacionalização do Sistema Métrico surgiu a necessidade de criação de organismos de controle e regulamentação internacionais. Assim surgiram:

- BIPM – Bureau Internacional de Pesos e Medidas, que atualmente tem a missão de assegurar a unificação mundial das medidas físicas.

- CGPM – Conferência Geral de Pesos e Medidas, formada por delegados de todos os 48 Estados signatários (1997), entre eles o Brasil. Reúne-se, atualmente, de quatro em quatro anos.
- CIPM – Comitê Internacional de Pesos e Medidas. Controla diretamente o funcionamento e a direção do BIPM. É composto por dezoito membros, entre cientistas e metrologistas eminentes, de nacionalidades distintas, eleitos pelo CGPM.

O BIPM tem o funcionamento assegurado pela contribuição financeira dos países associados. Cada país é considerado co-proprietário e possui algumas vantagens materiais, como por exemplo, a aferição gratuita de padrões.

5.1 A Busca por Unidades Invariáveis

Se objetivo de criar um sistema único e universal havia sido praticamente alcançado, o da criação de unidades de medidas invariáveis retiradas da natureza ainda não.

A partir de suas materializações os protótipos de medida de comprimento e de massa perderam o sentido de invariabilidade e tornaram-se apenas padrões materiais de comparação. Na época da criação do Sistema Métrico, não se sabia que os meridianos terrestres possuem comprimentos diferentes e variáveis e que a Terra não é um elipsóide de revolução perfeita. Muito menos se sabia que a água sofre um fenômeno de dilatação pouco conhecido. A ignorância científica da época permitiu que se acreditasse na imutabilidade desses corpos, contudo instaurou-se um sentimento de que a unificação era possível e que os padrões embora ainda em protótipos materiais, eram pelo menos retirados de fenômenos considerados invariáveis. Os dois padrões construídos naquela época encontram-se ainda conservados como peças históricas nos Arquivos do Governo Francês (Irineu Silva, 2004, pg 86).

A partir da fundação do Bureau Internacional de Pesos e Medidas, os avanços científicos e técnicos para melhorar o nível de confiabilidade dos protótipos e cópias, bem como a melhoria dos próprios padrões, foram relativamente rápidos, começando já em 1889, dez anos após se tornarem padrões nacionais.

Com relação ao **metro**:

- Em 1889, estabeleceu-se que a unidade de comprimento continuaria sendo um padrão material;
- Ainda nesse ano, dois sinais gravados na régua metálica indicariam as extremidades da unidade e o material do novo protótipo foi uma composição de 90% de platina e 10% de irídio. A seção transversal foi alterada de retangular para a forma de xis (para torná-la menos sensível aos efeitos da flexão)
- De 1889 a 1960, a unidade-padrão de comprimento manteve-se inalterada.
- Em 1960 foi adotada uma definição que tinha por base o comprimento de onda de uma radiação luminosa (isso tornava a unidade-padrão independente de um protótipo material)
- Em 1980 a unidade de comprimento sofreu nova alteração, passando a ter como idéia básica a referência a uma fração da distância percorrida pela luz no vácuo, em um espaço de tempo determinado.

Já com relação ao **quilograma**:

- Em 1889 o padrão antigo foi substituído por outro construído também com platina e irídio, mantendo-se a mesma forma anterior, ou seja, um cilindro de altura igual ao diâmetro. Nessa época foram construídos vários protótipos e adotou-se um deles como padrão; os outros foram distribuídos aos países interessados.
- Após essa mudança a unidade manteve-se inalterada. Até atualmente (2004) nenhuma idéia de substituição foi suficientemente vantajosa para que se realizasse uma mudança de conceito de se manter um protótipo material. Aperfeiçoaram-se as técnicas de copiá-lo.

Atualmente, o Sistema Métrico faz parte apenas da história. Vários outros sistemas pós-métricos surgiram e desapareceram. No momento, o sistema de medidas adotado pelo BIPM é o Sistema Internacional (SI).

5.2 INGLATERRA E PORTUGAL

Segundo Dias (1998, p. 23), a consolidação do sistema métrico decimal na França, vista da perspectiva apresentada no capítulo IV, não apresentava qualquer

sinal de inevitabilidade técnica ou científica e, mesmo tornado compulsório após 1837, sua difusão em todos os setores da vida cotidiana tomaria ainda várias décadas. Por sua vez, alguns países que adotaram o sistema durante a ocupação napoleônica, dele logo se desembaraçaram após 1815, tão clara era sua associação com as transformações políticas da França revolucionária. De fato a uniformização do uso dos pesos e medidas e a confecção de padrões de medida confiáveis não exigiam a sofisticação do sistema métrico francês. Garantido o empenho governamental em vencer resistências às novas leis e mobilizado o conhecimento técnico-científico que assegurasse a reprodutibilidade dos padrões, podiam ter sucesso alternativas como a expressão em constantes físicas das medidas tradicionais ou a adoção da base numérica decimal, mantendo-se a nomenclatura antiga.

Ainda segundo Dias (1998, p. 23), o primeiro caso é o das medidas ainda hoje em uso na Inglaterra e nos Estados Unidos e com importante presença, garantida pelas relações econômicas, mesmo em países que adotaram o sistema métrico. A base do sistema de medidas lineares anglo-saxãs é a jarda, cuja origem remonta ao século XII, tendo sido seu primeiro padrão confeccionado em 1500. Um segundo padrão seria construído em 1760, sendo sancionado pelo Parlamento em 1824. Nesta ocasião passou a ser definido através da relação com o comprimento do pêndulo que bate o segundo, no vácuo, na latitude de Londres, ao nível do mar na proporção de 1 para 39,1393. Após o incêndio do Parlamento em 1834, quando os padrões foram destruídos, uma comissão encarregou-se de sua reconstituição. Devido à inexatidão da relação com o pêndulo, a medida padrão foi completamente refeita e o Imperial Standard Yard – confeccionado em bronze a partir de uma amostra de padrões existentes – seria sancionado por um ato de 30 de junho de 1855.

Dias (1998, p. 24), cita que a unidade de massa teve curso semelhante. O exemplar mais antigo da *libra troy* foi tornado legal em 1498, mas por ter sido também destruído no incêndio do Parlamento, foi reconstruído a partir da média das cópias existentes. A libra troy foi, então, abandonada como unidade principal, sendo adotado, em 1853, o padrão de platina da libra avoirdupois, construído em 1844. Com a definição de sua equivalência com constantes físicas, a responsabilidade dos padrões foi garantida, sendo mantidos seus múltiplos e submúltiplos em acordo com as práticas tradicionais. A Revolução Industrial e a expansão colonial, ao contrário

da Revolução Francesa, parecia não demandar sistemas decimais de medidas. O segundo caso foi o das medidas em uso no reino de Portugal, de maior interesse por suas repercussões no Brasil colônia e pela trajetória da adesão ao sistema métrico.

Ainda segundo Dias (1998, p. 24), os primeiros esforços de unificação dos e medidas diferem pouco do caso da monarquia francesa. A primeira tentativa é consagrada em 1488, nas Ordenações Manuelinas. O livro I, Título 15, determinava que todas as medidas, varas e côvados do reino obedecessem aos padrões existentes em Lisboa, mantidos pelo Almotacémor. Os pesos e medidas deveriam ser aferidos duas vezes por ano para *aquelles que per necessidade de seus officios ham de teer pesos, ou medidas*. A intensão de fraude, se confirmada por duas testemunhas, deveria pagar multa de 280 reaes, além de ser punida com cadeia. As Ordenações Filipinas eram mais detalhadas. O livro I, Título 18, fixava multas proporcionais à fraude incorrida e determinava os tipos de padrões que cada cidade deveria manter em função de sua população. Independentemente, porem, do número de habitantes todas as cidades e vilas deveriam possuir padrões de Vara, do Côvado, do Alqueire, do Almude, da Canada e do Quartilho.

Segundo Dias (1998, p. 24), os padrões deveriam ser mantidos na Câmara em uma arca com duas fechaduras, cujas chaves seriam guardadas pelo Procurador do Conselho e pelo Escrivão da Câmara. Os calibradores (afiladores) deveriam ter seus padrões próprios, conferidos como os do Conselho. Todo este extenso ordenamento jamais chegou a ser cumprido muito além de Lisboa e, em 1755, o grande terremoto reduziria ainda mais o grau de realidade do sistema de medidas usados na própria sede do reino. Como no caso francês, foi uma situação de excepcional transformação política que criou as condições para a reforma do sistema de pesos e medidas. Com o monarca ainda no Brasil e parte do país ocupado, é organizada em Portugal uma Comissão Central de Pesos e Medidas, encarregada de examinar os forais. Em seu relatório de 17 de outubro de 1812, a Comissão apontaria os defeitos do sistema de medidas em uso, sugerindo três possibilidades para a sua reforma: reiterar o sistema estabelecido pelas ordenações de D. Manoel; aperfeiçoar o sistema em uso ou adotar integralmente o sistema métrico francês.

Dias (1998, p. 25), cita que no dia 2 de fevereiro de 1813, a Comissão apresentou o seu parecer para o plano de reformas do sistema de pesos e medidas, decidindo adotar o sistema decimal francês, mas conservando a nomenclatura das

antigas unidades de medida portuguesas. Assim, a unidade de comprimento continuaria a ser a vara, mas agora definida como décima milionésima parte do quarto meridiano terrestre, ou seja, como um metro. Nesse sistema, 10 varas equivaleriam a uma agulhada, 1.000 varas a uma milha e assim por diante, mantendo apenas as relações decimais. A unidade de capacidade seria a canada, equivalente ao cubo do décimo da vara, e, do mesmo modo, 10 canadas constituiriam um alqueire (para gêneros secos) e a um almude (para líquidos), e assim por diante. A principal unidade de massa continuaria sendo a libra, definida agora como o peso de uma canada de água destilada, no máximo de sua densidade.

Ainda segundo Dias (1998, p. 25), no ano seguinte, a Comissão Central de Pesos e Medidas determinou o fabrico dos padrões, tendo estes obrigatoriamente de apresentar gravadas as insígnias e armas reais e as datas de fabricação. Tendo por base os padrões recebidos de Paris em 1802, o Arsenal do Exército executaria cerca 300 jogos de padrões de medida. A Memória sobre a reforma dos pesos e medidas em Portugal, segundo o sistema métrico decimal, de autoria do deputado João Batista da Silva Lopes, datada de 1849, informa que os jogos de padrões então confeccionados foram remetidos ao Brasil.

Segundo Dias (1998, p. 24), em 5 de novembro de 1816, D. João expediu um Aviso, através do qual manifestava à Comissão Central de Pesos e Medidas a sua satisfação com os resultados dos trabalhos por ela encetados, participando também o recebimento, na Corte do Rio de Janeiro, de duas caixas com padrões, semelhantes às que deveriam ser distribuídas aos Conselhos. O processo de independência do Brasil veio, contudo, interromper sua distribuição. Em Portugal, a adoção definitiva do sistema métrico decimal, com suas unidades e nomenclatura, viriam a ocorrer apenas em 1852, como prosseguimento dos trabalhos da Comissão Central de Pesos e Medidas. Caráter compulsório de seu uso seria decretado apenas em 1872.

Segundo Bianchini (2001), a progressiva adaptação do Sistema Métrico Decimal favoreceu a extensão dos cálculos decimais.

CAPÍTULO 6

O CARÁTER INTERNACIONAL DO SISTEMA

Segundo Dias (1998, p. 26), 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 necessários 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.

Ainda segundo Dias (1998, p. 26), 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.

Dias (1998, p. 26), cita que 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, crucial, como veremos adiante, para a adoção do sistema métrico pelo Brasil, 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.

Segundo Dias (1998, p. 26 e 27), 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 submúltiplos das unidades e pela homogeneidade que caracteriza as suas partes e relações, mencionava a perfeição dos comparadores e instrumentos 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 idéias, como as máquinas, os instrumentos, as vias férreas, telégrafos, tábuas de logaritmos, se recomenda sob o ponto de vista econômico”.

6.1 SISTEMA INTERNACIONAL

Segundo Silva (2004), o Sistema Métrico foi o primeiro sistema de medidas coerente criado, contudo, insuficiente para suprir as necessidades cada vez maiores das ciências e das técnicas. Ele permitia apenas a medição de grandezas lineares e de massa.

Em 1960, a 11ª Conferência Internacional e Pesos e Medidas adotou o *International System of Units (SI)* e propôs uma série de regras para os prefixos e as unidades derivadas e suplementares. Esse novo sistema é o resultado de várias unidades de medidas em uso atualmente.

É um sistema mais complexo e sofisticado que o anterior, pois abrange os diversos tipos de grandezas físicas, compreendendo não somente as medições interessantes para o comércio e à indústria, mas estendendo-se completamente a tudo o que diz respeito à ciência da medição. Sua propriedade mais importante é a sua coerência: suas unidades derivadas formam-se sempre a partir de uma combinação das unidades base e não exigem nenhum fator de conversão.

6.1.1 UNIDADES DE BASE DO SISTEMA INTERNACIONAL (SI)

As unidades de base do SI são sete:

- O **Metro** para unidade de comprimento (m);
- O **Quilograma** para unidade de massa (kg);
- O **Segundo** para unidade de tempo (s);
- O **Kelvin** para unidade de temperatura termodinâmica (K);
- A **Candela** para unidade de intensidade luminosa (cd);
- O **Ampère** como unidade elétrica (A);
- O **Mol** para a quantidade de substância (mol).

As definições dadas para as unidades básicas são:

Metro

A unidade de base 1 metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz, no vácuo, durante 1/ 299 792 458 segundo.

Quilograma

Unidade fundamental de medida de massa, correspondente à massa do protótipo internacional constituído de platina e 10% de irídio, depositado no BIPM, em Paris.

Segundo

O segundo é a duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de Césio 133. Essa definição refere-se ao átomo de césio em repouso, à temperatura de 0 K.

Ampère

O ampère é a intensidade de corrente constante que, mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível e colocados a uma distância de um metro um do outro, no vácuo, produz uma força igual a 2×10^{-7} Newton por metro de comprimento.

Kelvin

O kelvin é a fração 1/ 273,16 da temperatura termodinâmica no ponto tríplice da água.

Mol

O mol é a quantidade de matéria de um sistema contendo a mesma quantidade de entidades elementares que contém 0,012 kg de carbono 12.

Candela

A unidade de base uma candela é a intensidade luminosa, em dada direção, de uma fonte que emite um raio monocromático de frequência igual a 540×10^{12} hertz e cuja intensidade energética, nessa direção, é de 1/683 watt por esterradiano.

CAPÍTULO 7

OS PESOS E MEDIDAS NO BRASIL

Assim como em outras regiões, poucos se sabe sobre o uso dos pesos e medidas no Brasil. Irineu Silva cita em seu livro História dos Pesos e Medidas, EdUFSCAR, 2004, o trabalho do professor Luiz Carlos Silveira e o livro de José Luciano Mattos Dias (1998) publicado pelo INMETRO. São essas as fontes das informações a seguir.

As unidades de pesos e medidas usadas no Brasil, com era de se esperar, eram derivadas das unidades portuguesas. A unidade de medida de comprimento básica no Brasil Colônia era o **palmo**, que variou entre 22 e 24 centímetros. Diferentemente do palmo da Antiguidade, o palmo adotado no Brasil representava a distância entre os dedos polegar e mínimo, em seu afastamento máximo.

Do palmo derivou a **vara**, que correspondia a cinco palmos e que se tornou uma unidade muito importante no Brasil. Tornou-se o padrão usado pelos magistrados para deliberar sobre casos de divergências agrárias. Cada juiz tinha sua vara de justiça – que indicava apenas unidade de medida. Com o tempo, passou a representar a insígnia dos juízes, de onde se originou o termo vara de justiça – primeira vara, segunda vara etc.

Além do palmo e da vara havia outras unidades de medida de comprimento, a saber: braça (extensão dos braços abertos e equivalia a 2,20m), corda, côvado (semelhante ao côvado da Antiguidade, equivalia a três palmos), ponto, légua, de sesmaria (6 600m), quadra.

Entre todas as unidades de medidas utilizadas no Brasil a mais interessante é o **alqueire**, que é utilizado até hoje. De origem árabe, a princípio era usada como unidade de medida de volume, mais tarde passou a ser utilizada como padrão de medida agrária. No Brasil, variou de região para região e após algumas tentativas de unificação restaram ainda três tipos de alqueires:

- O alqueire paulista, de 40 litros e que equivale a 24.200 metros quadrados.
- O alqueire mineiro, de 80 litros e que equivale a 48.200 metros quadrados.
- O alqueirão, de 320 litros e equivalente a 193.600 metros quadrados (19,63 hectares).

Obs.: O terreno de um alqueire era um terreno em que no plantio, coubesse a quantia de um alqueire de milho com cinco grãos em cada cova, com cada cova distante da outra cinco palmos.

Além do alqueire utilizavam-se a **colônia**, a cinquenta, a sesmaria, o saco. Bem conhecida do homem do campo é a unidade denominada **tarefa**, que correspondia à quantidade de terra que um homem ou um grupo de homens, devia lavrar em determinado espaço de tempo, normalmente em um dia de trabalho. Suas dimensões variavam de acordo com o terreno e com a região.

Para os líquidos: **canada, pipa, almudes, quartilho** ou **garrafa**.

Para as massas: **arroba** (15 kg aproximadamente), **libra** inglesa (453 gramas).

Em 1872, D. Pedro II expediu instruções para adotar o novo sistema de pesos e medidas, por meio da Lei 1.157, a qual deveria ser implantada definitivamente até 1873.

O Brasil adotou o Sistema Internacional de Unidades – SI em 1962.

Em 1938 foi criado Instituto Nacional de Tecnologia (INT), que em 1961 foi substituído pelo Instituto Nacional de Metrologia (INPM), que por sua vez, em 1982 foi substituído pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

7.1 Datas importantes na história da Metrologia e do INMETRO

ANO - DESCRIÇÃO

1830 - Início da história da metrologia brasileira. Projeto de adoção do sistema métrico decimal.

1862 - D. Pedro II com a Lei Imperial nº 1.157 estabelece que o sistema de pesos e medidas será substituído pelo sistema métrico francês.

1872 - Implantado o Sistema Métrico Decimal no Brasil.

1875 - Dezesete países assinam, em Paris, a Convenção do Metro.

1877 - Criado o Bureau Internacional de Pesos e Medidas.

1880 - Comparação do padrão brasileiro com os do BIPM.

1881 - Adoção internacional do Sistema CGS (centímetro, grama e segundo).

1905 - I Conferência Nacional de Pesos e Medidas nos USA.

1930 - Regulamentação para calibração de pesos e medidas sem alterações nas tabelas de taxas.

1931 - Por falta de recursos o Brasil se desliga da Convenção do Metro.

1933 - Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio (MTIC) incorpora o Instituto Nacional de Tecnologia.

1938 - INT assume a gestão de um sistema de metrologia legal no âmbito nacional.

1940 - Criação da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

1945 - Primeiro concurso público de formação de metrologista (RJ).

1948 - Conferência Internacional de Pesos e Medidas.

1952 - Obrigação de indicação da quantidade de produto comercializado em embalagem lacrada.

1953 - Reintegração do Brasil à Convenção do Metro.

1954 - Foram escolhidas seis unidades fundamentais: metro (extensão, definição desde 1889); quilograma (padrão de massa, desde 1889); segundo (tempo); ampère (corrente elétrica, desde 1948). Apenas a unidade de tempo não tinha definição aprovada pelo CGPM.

1956 - Criação da Organização Internacional de Metrologia Legal / OIML.

1960 - Institucionalização do Sistema Internacional de Unidades - SI.

1960 - Brasil participa da Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM) que cria o Sistema Internacional de Unidades.

1961 - Reestruturação do Ministério da Indústria e Comércio, determinada pela Lei nº 4.048/61, criando o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), transferindo as atividades de cunho metrológico do INT para este novo órgão.

1962 - I Convenção Nacional de Órgãos Metrológicos realizada no Rio de Janeiro.

1963 - Fixadas normas para a indicação quantitativa de produtos ou carnes vendidos em embalagens de metal, plástico ou vidro.

1966 - Criação dos órgãos metrológicos estaduais de Minas Gerais e Rio de Janeiro.

1967 - Proibida a utilização de carimbos em rótulos ou envoltórios, para evitar fraudes na definição de quantidade e outras características dos produtos.

1967 - Primeira formulação de uma Política Nacional de Metrologia e a criação do Fundo de Metrologia, para financiar o aparelhamento, custeio e manutenção dos serviços metrológicos.

1967 - Criação dos órgãos metrológicos estaduais de São Paulo (Ipem-SP) e Paraná (Ipem-PR).

1968 - Criação dos órgãos metrológicos estaduais da Bahia (Ipem-BA), da Paraíba (Ipem-PB) e de Pernambuco (Ipem-PE).

1969 - Criação do órgão metrológico estadual do Rio Grande do Sul (Inmetro-RS/Agência do Inmetro RS).

1971 - Instalação do prédio inaugural do Centro Nacional de Metrologia e transferência do INPM para Xerém - Duque de Caxias - RJ.

1971 - Orçamentos do INPM com recursos destinados à construção do Centro Nacional de Metrologia.

1972 - Determinada a padronização do acondicionamento para a venda a varejo de cereias e grãos.

1972 - A Secretaria de Tecnologia Industrial tem como principal atribuição planejar e coordenar as ações do Instituto Nacional de Tecnologia, do Instituto Nacional de Propriedade Industrial e do Instituto Nacional de Pesos e Medidas, vinculada ao Ministério da Indústria e do Comércio.

1972 - Criação do órgão metrológico estadual de Alagoas (atualmente Ipem-MAC).

1973 - Nasce o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).

1973 - Criação do Inmetro autarquia federal vinculada ao MIC, com personalidade jurídica e patrimônio próprios e com sede na capital federal como órgão executor das políticas estabelecidas pelo sistema.

1973 - Normas para a embalagem de massas alimentícias e biscoitos.

1974 - Instalação do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade

Industrial (Conmetro).

1974 - Inauguração do Edifício Central do Laboratório Nacional de Metrologia, no Campus de Xerém do Instituto Nacional de Pesos e Medidas.

1975 - O Conmetro aprova a resolução 11/75 que estabelece a definição de regulamento técnico, a Resolução 12/75 estabelecendo o Inmetro como fórum para a harmonização dos interesses do governo na normalização de áreas específicas de sua atuação, a Resolução 03/75 definindo como norma brasileira apenas aquelas registradas pelo Inmetro, a Resolução 08/75 fixando critérios para criação de normas, a Resolução 07/75 identificando a ABNT como órgão do Sinmetro e a Resolução 06/75 que responsabiliza a ABNT pela elaboração das normas voluntárias, aprovando, ainda, o sistema de classificação das normas brasileiras.

1977 - Criação do órgão metrológico estadual de Sergipe (atualmente Inmetro-SE).

1977 - Fixadas as regras para o credenciamento de entidade junto ao Sinmetro e estipuladas as condições para o credenciamento da própria ABNT.

1978 - O Conselho completando o processo de detalhamento do Sinmetro, define os critérios para a certificação de conformidade às normas brasileiras, o regulamento para a organização do subsistema de certificação de qualidade de produtos industriais e criando o Comitê Nacional de Metrificação.

1978 - Criação do órgão metrológico estadual do Espírito Santo (Ipem-ES).

1978 - Aprovada a primeira norma brasileira na vigência da nossa legislação, a norma compulsória NBR 5929 relativa a motores a álcool e a NBR 5930 relativa ao transporte ferroviário de explosivos.

1980 - Definitiva implantação do Inmetro com a transferência das atribuições do INPM.

1980 - Criação da Rede Nacional de Calibração - RNC, formada por laboratórios credenciados pelo Inmetro, segundo normas internacionais, para a calibração de padrões de instrumentos de medir não usados em transações comerciais ou incluídos no âmbito da metrologia legal.

1981 - Resoluções do Conmetro detalhando os procedimentos para o credenciamento de laboratórios de ensaios pelo Inmetro, no âmbito da Rede Nacional de Laboratórios de Ensaios/RNLE.

1982 - Aprovação do novo regulamento metrológico nacional.

1982 - Criação do órgão metrológico estadual do Mato Grosso do Sul (DPM do MS).

1983 - Criação dos órgãos metrológicos do Distrito Federal (SUR 01 DF) e dos estados de Goiás (SUR 01 GO) e do Mato Grosso (SUR 01 MT).

1984 - Divisão de Acústica e Vibrações do Inmetro passa a contar com os laboratórios de Eletroacústica, Ensaio Acústicos e Vibrações.

1985 - O Inmetro assume a condição de Ponto Focal no âmbito do Acordo sobre Barreiras Técnicas no Comércio (TBT), da Organização Mundial do Comércio (OMC).

1985 - Primeiro grupo de auditores da qualidade do Inmetro foi finalmente formado pelo IBQN.

1985 - Formulação do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PADCT.

1986 - Criação do órgãos metrológicos estaduais do Ceará (Ipem Fortaleza) e Rondônia (SUR 01 RO).

1987 - Inaugurados os laboratórios da Divisão de Mecânica: Fluidos, Força, Massa, Medidas Industriais e Pressão.

1987 - Inauguração no Laboratório Nacional de Metrologia, no campus de Xerém, dos Laboratórios de Fluidos, Força, Massa, Medidas Industriais e Pressão da Divisão de Mecânica.

1988 - Criação do órgão metrológico estadual do Maranhão (Ipemar).

1989 - Inauguração dos laboratórios de Tensão e Corrente Elétrica; Resistência, Capacitância e Indutância e de Potência, Energia e Transformadores.

1989 - Criação do órgão metrológico estadual de Santa Catarina (SUR 02).

1990 - Lançamento do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade/ PBQP.

1991 - Estruturação do Inmetro, com nova estrutura regimental e novo regulamento interno. A primeira estrutura era de 1977. O novo regimento diminuía o número de órgãos e simplificava a direção superior do Instituto.

1991 - Criação do órgãos metrológicos estaduais do Rio Grande do Norte (Ipem-RN) e Pará (Imep-PA).

1992 - Criado o Comitê Nacional de Normalização - CNN como instrumento assessor do Conmetro. Instituídos os organismos de normalização setorial, com o propósito de dar maior agilidade à elaboração das normas.

1992 - Criação do Comitê Brasileiro de Certificação, com a função de aprovar procedimentos, critérios e regulamentos para o credenciamento de organismos de certificação. Com estes procedimentos o Instituto passava a credenciar e auditar os organismos de certificação públicos e privados.

1992 - Mudança na denominação da rede para: Rede Brasileira de Calibração - RBC e Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio - RBLE.

1992 - Criação do órgão metrológico estadual do Piauí (Imep-PI).

1992 - Criação do Comitê Brasileiro de Certificação/CBC. O Inmetro assume a Secretaria Executiva.

1993 - Criação do órgão metrológico estadual do Amapá (Ipem-AP).

1994 - Criação do órgão metrológico estadual do Amazonas (Ipem-AM).

1995 - Criado o Comitê Brasileiro de Metrologia/CBM. O Inmetro assume a Secretaria Executiva.

1995 - Criação do International Accreditation Forum - IAF.

1996 - Criação do Interamerican Accreditaion Cooperation/IAAC, organização que elegeu o Brasil (Inmetro) como seu primeiro representante.

1996 - Lançamento oficial do site do Inmetro.

1996 - Criação do Programa de Análise de Produtos.

1998 - Elaboração do Plano de Modernização do Inmetro.

1998 - Assinatura do Contrato de Gestão. O Inmetro recebe o status de Agência Executiva.

1999 - Criação do órgão metrológico estadual de Tocantins.

2000 - Assinatura de Acordo de Reconhecimento Mútuo para Credenciamento de Laboratórios entre o Inmetro e o ILAC - International Accredittation Cooperation.

2000 - Cientistas da Divisão de Metrologia Óptica do Inmetro batem recorde mundial de medição de blocos padrão de 1 milímetro até 100 milímetros.

2000 - Primeira autarquia a conquistar a premiação Ouro do Prêmio Qualidade do Governo Federal PQGF, no âmbito do Programa Qualidade no Serviço Público.

2001 - Criação da Ouvidoria do Inmetro e início da operação da Central de Teleatendimento para aperfeiçoar o atendimento à população.

2001 - Reformulação do site do Inmetro: www.inmetro.gov.br

2001 - Criação do órgão metrológico estadual do Acre.

2001 - Aprovação pelo Conmetro, da transformação do Comitê Brasileiro de Certificação /CBC, em Comitê Brasileiro da Avaliação da Conformidade/ CBAC.

2001 - Aprovação pelo Conmetro do Termo de Referência do Programa Brasileiro de Avaliação da Conformidade/PBAC.

2002 - Criação do órgão metrológico estadual de Rondônia.

2002 - Implantação do laboratório de Eletroquímica da Divisão de Metrologia Química.

2002 - Inmetro obtém o Prêmio de Inovação na Gestão Pública Federal Hélio Beltrão da Escola Nacional de Administração Pública com o Sistema de Planejamento e Execução Orçamentária - Siplan.

2002 - Lançamento do Portal do Consumidor em parceria com o Ministério da Justiça dentro do PBQP.

2002 - Reconhecimento do Inmetro junto ao Aerospace Quality Group - IAQG.

2002 - Inmetro realiza o "Encontro Internacional Inmetro de Metrologia e Qualidade".

2002 - Pesquisa CIC/Ibope mostra que o Inmetro é conhecido por 63% da população brasileira. Dentre os que conhecem, 90% confiam nele e 80% utilizam as informações do Inmetro nas suas decisões de compra.

2003 - O Inmetro recebe o Prêmio Top Qualidade 2003.

2003 - Inmetro realiza o "II Encontro Internacional de Metrologia e Inovação para a Competitividade".

2003 - Os ministros Luiz Fernando Furlan, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e Roberto Amaral, da Ciência e Tecnologia, inauguram no Inmetro, em Xerém, o Laboratório de Metrologia de Materiais.

2003 - Inmetro adota compras governamentais por meio de pregões eletrônicos.

2004 - Inmetro assina convênio com a Japan International Cooperation Agency - JICA. Primeiro acordo de cooperação técnica entre o Mercosul e o Japão.

2004 - Planejamento estratégico do Inmetro é considerado modelo para outras instituições públicas.

2004 - Rede Paranaense de Metrologia e Ensaios e Inmetro promovem o "IV Congresso Latino Americano de Metrologia de Metrologia" - IV Metrosul.

2004 - Primeiro Pregão Presencial da Instituição.

2004 - Inmetro recebe premiação prata na categoria "Autarquia e Fundação" do Prêmio Nacional de Gestão Pública - ciclo 2004.

2004 - Adoção do 0800 serviço de chamada gratuita.

2005 - Criação do Grupo de Trabalho para os Arranjos Produtivos Locais - APLs.

2005 - Inmetro recebe Prêmio Top de Qualidade do Instituto de Estudos e Pesquisa da Qualidade – IEPQ - pela relevante atuação na competitividade da indústria brasileira no mercado interno e externo.

2005 - Inmetro e a Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (Seped), do Ministério da Ciência e Tecnologia, assinam documento para criação de um Centro Nacional de Nanometrologia no Inmetro.

2005 - Inmetro recebe a premiação prata do Prêmio Nacional da Gestão Pública - ciclo 2005, sendo a única autarquia nesta categoria a ser premiada.

2006 - Visita do presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva, à instituição no dia 20/01/2006.

2006 - Inmetro é a única autarquia a receber o Prêmio Nacional de Gestão Pública (PQGF) - Ciclo 2005, com o reconhecimento Faixa Prata, na categoria Autarquia e Fundações.

2006 - Humberto Brandi, diretor de Metrologia Científica e Industrial do Inmetro, é eleito presidente do Sistema Interamericano de Metrologia - SIM.

2006 - Inmetro e SBM realizam, pela primeira vez na América Latina, o "IMEKO XVIII World Congress" (Brasil/RJ).

2006 - Aprovada a Lei Nº 11.355 que dispõe sobre a criação do Plano de Carreiras e Cargos do Inmetro.

2006 - Decreto Nº 5965 que aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas do Inmetro.

2006 - Inmetro é a primeira autarquia federal a ter o reconhecimento de sua marca vinculada numa edição da Superbrands do Brasil.

2007 - Inmetro recebe, pela primeira vez, a visita de um governador do Estado do Rio de Janeiro, Sérgio Cabral.

2007 - Ministro do Trabalho e Emprego, Carlos Lupi, participa no Inmetro de reunião sobre a certificação de equipamentos de proteção individual dos trabalhadores.

2007 - Inmetro realiza a Videoconferência Brazil – U.S. Digital Vídeo Conference Series on Standards com o Departamento de Comércio dos E.U.A.

2007 - Inmetro confere o primeiro Certificado em Responsabilidade Social à Serasa.

2007 - Visita do ministro do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Miguel Jorge, ao campus do Inmetro em Xerém.

FONTE: SITE DO INMETRO – 31-07-2010 – 22:15h

<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/datas.asp>

CAPÍTULO 8

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo apresentar uma abordagem histórica sobre os processos de construção pelos quais passaram os Pesos e Medidas.

Sabe-se que cada país, cada região, teve seu próprio sistema de medidas. Tais unidades de medidas, entretanto, eram bastante simples (rudimentares) e geralmente imprecisas. Sendo assim, utilizava-se de partes do próprio corpo, de uma vara ou de um bastão.

Percebemos e entendemos como se deu o processo de construção dos pesos e medidas, bem como sua unificação, fazendo assim, um mergulho na história da humanidade e na história da matemática, sabendo reconhecer o quanto a história da última citada contribuiu e continua a contribuindo no processo de ensino-aprendizagem de nossos alunos.

O presente trabalho teve ainda o objetivo de lançar um breve olhar sobre o percurso histórico dos pesos e medidas na vida da humanidade até a adoção do SMD – Sistema Métrico Decimal.

O presente trabalho não pretende encerrar o assunto sobre Pesos e Medidas, mas, servir como impulso para futuros estudos sobre este tema.

Esperamos que este estudo tenha contribuído, de alguma forma, na compreensão da questão de pesquisa, objeto deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHINI, Barbara Lutaif. **Estudo Sobre a Aplicação de uma Seqüência Didática Para O Ensino Dos Números Decimais**. Pontifícia Universidade Católica, 2001. Tese.

DIAS, Luciano de Mattos. **Medida, Normalização e Qualidade; Aspectos da história da metrologia no Brasil**. Rio de Janeiro: INMETRO, 1998.

EVES, Howard. **Introdução à História da Matemática**. Tradução: Hygino H. Domingues. Campinas: Editora Unicamp, 2004.

HUNT, Lynn. **Política, cultura e classe na Revolução Francesa**. Tradução: Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

MIGUEL, Antonio [et al.] . **História da Matemática em Atividades Didáticas**. 2. Ed. rev. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

RONAN, Colin A. **História Ilustrada da Ciência - Universidade de Cambridge. Volume I – Das origens à Grécia**. Tradução: Jorge Enéas Fortes. Rio de Janeiro: Editora Jorge Zahar Editor, 1987.

SILVA, Irineu da. **História dos Pesos e Medidas**. São Carlos: Editora EduFSCar, 2004.

ZUIN, Elenice de Souza Lodron. **Por uma Nova Arithmetica: O Sistema Métrico Decimal como um saber escolar em Portugal e no Brasil Oitocentistas**. Pontifícia Universidade Católica, 2001. Tese.

<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/datas.asp>

<http://www.ipem.sp.gov.br>