



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA**

JOSINALDO SILVA PEDRO

UM ESTUDO SOBRE MEDIÇÃO: Controle, Monitoramento, Investigação.

Campina Grande
2017

JOSINALDO SILVA PEDRO

UM ESTUDO SOBRE MEDIÇÃO: Controle, Monitoramento, Investigação.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do título de Licenciatura Plena em Matemática.

Orientador: Prof. Ms. Fernando Luiz Tavares da Silva

Campina Grande
2017

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

P372e Pedro, Josinaldo Silva.

Um estudo sobre medição [manuscrito] : controle, monitoramento, investigação / Josinaldo Silva Pedro. - 2017.
45 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.

"Orientação : Prof. Me. Fernando Luiz Tavares da Silva, Coordenação do Curso de Matemática - CCT."

1. Metrologia. 2. Medição. 3. Sistemas de medidas. 4. Controle metrológico.

21. ed. CDD 510

JOSINALDO SILVA PEDRO

UM ESTUDO SOBRE MEDIÇÃO: Controle, Monitoramento, Investigação.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do título de Licenciatura Plena em Matemática.

Aprovado em 13 de dezembro de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Fernando Luiz Tavares da Silva

Prof. Ms. Fernando Luiz Tavares da Silva
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

Orientador

Kátia Suzana Medeiros Graciano

Prof.^a. Ms. Katia Suzana Medeiros Graciano
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

1^a Examinadora

Maria da Conceição Vieira Fernandes

Prof.^a. Ms. Maria da Conceição Vieira Fernandes
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

2^a Examinadora

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me iluminou ao longo desse curso e esteve sempre ao meu lado me encorajando para que eu pudesse superar todos os obstáculos possíveis.

Aos meus pais, que me deram através de Deus a vida, me ensinaram o caminho da honestidade, da coragem e força para lutar, do talento para o estudo e esperança para o futuro.

A todos que estiveram ao meu lado me dando força e incentivo, para que eu pudesse alcançar esse objetivo.

Ao Professor Dr. Vandenberg Vieira Lopes (Ex-Coordenador), por seu empenho e dedicação no decorrer do curso.

A Professora Dra. Isabele (Ex-Coordenadora)

A Professora Ms. Katia Suzana Medeiros Graciano (Atual Coordenadora)

Ao Professor Ms. Fernando Luiz Tavares da Silva (Orientador), pelo apoio, paciência e compreensão, pela atenção e fornecimento de material para que este trabalho fosse realizado com êxito.

Aos Professores e companheiros de curso.

Ao secretário do curso de Matemática Altair Menezes, que de maneira especial e atenciosa sempre contribuiu no que foi necessário.

MEDIÇÃO: Investigação, Monitoramento, Controle.

Josinaldo Silva Pedro

RESUMO

Sendo a Matemática uma ciência universal e que está presente em todos os campos da atividade humana e, entendendo a importância de sua aplicabilidade nas mais diversas situações do cotidiano, esta pesquisa sobre metrologia e sistemas de medidas, cuja metodologia aplicada no seu desenvolvimento foi a pesquisa bibliográfica, foi criada, com o objetivo de estabelecer relações entre nossas idéias, situações teóricas e práticas, bem como de assuntos gerais onde a metrologia é de fundamental importância, e ao mesmo tempo, procurar técnicas que possam ser utilizadas no processo de ensino-aprendizagem para os conteúdos da Matemática nele abordados.

Palavras-Chave: Metrologia. Medição. Sistemas de Medidas. Controlar. Monitorar. Investigar.

MEASUREMENT: Research, Monitoring, Control

Josinaldo Silva Pedro

ABSTRACT

Being mathematics an universal science and which is present in all fields of the human activity and, understanding the importance of its applicability in the most several situations of daily life, this research project on metrology and systems of measures, which methodology applied in its development was the bibliographical research, had been created, with the purpose of establishing relations between our ideas, theoretical and practical situations, as well as of general subjects where the metrology is a fundamental importance, and at the same time, to search for techniques that can be used in the teaching-learning process for the contents of Mathematics featured in it.

Keywords: Metrology. Measurement. Systems of Measures. Controlling. Monitoring. Investigating.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	00
UM BREVE HISTÓRICO DAS MEDIDAS	09
Medidas Inglesas.....	13
Padrões do metro no Brasil.....	13
METROLOGIA	14
Finalidades do Controle Metrológico.....	16
Metrologia Legal.....	17
Documentos fornecidos pelo serviço de Metrologia Legal.....	19
Importância da Metrologia.....	19
MEDIÇÃO	21
Definição.....	21
Ciências da medição.....	21
Métodos de medição.....	21
Procedimentos de medição.....	21
Resultados de medição.....	21
Instrumento de medição.....	22
Aplicações das medições.....	23
Importância da medição.....	23
MEDIDAS DE COMPRIMENTO	24
Importância das medidas de comprimento.....	24
Unidades de medidas de comprimento do sistema métrico.....	24
Múltiplos e Submúltiplos do metro.....	24
Conversão das unidades de comprimento do Sistema Métrico.....	26
Considerações sobre o emprego das unidades de comprimento.....	28
Unidade de medidas de comprimento do Sistema Inglês.....	28
Leitura de medida em Polegada.....	28
Conversão da polegada em Milímetro e Vice-versa.....	29
MEDIDAS DE SUPERFÍCIES	30
Importância das medidas de superfície.....	30
Superfície e Área.....	30
Múltiplos e Submúltiplos do metro quadrado.....	31
Medidas Agrárias.....	32
Conversão de unidades áreas do sistema métrico.....	33
Unidades de áreas do Sistema Inglês.....	33
MEDIDAS DE VOLUME	33
Importância das medidas de volume.....	33
Unidades de medidas de volume do sistema métrico.....	34
Múltiplos e Submúltiplos do metro cúbico.....	34
Conversão das unidades de volume do Sistema Métrico.....	35

Unidades de medidas de volume do Sistema Inglês.....	36
Raiz Cúbica.....	36
MEDIDAS DE CAPACIDADE.....	36
Importância das medidas de capacidade.....	36
Unidades de medidas de capacidade do sistema métrico.....	36
Múltiplos e Submúltiplos do litro.....	37
Conversão das unidades de capacidade do Sistema Métrico.....	37
MEDIDAS DE MASSA.....	38
Importância das medidas de massa.....	38
Unidades de medidas de massa do sistema métrico.....	38
Múltiplos e Submúltiplos do grama.....	39
Conversão das unidades de massa do Sistema Métrico.....	39
Pesos Específicos.....	40
Unidades de medidas de massa do Sistema Inglês.....	41
MEDIDAS DE TEMPO.....	41
Importância das medidas de tempo.....	41
Múltiplos e Submúltiplos do segundo.....	42
Outras importantes unidades de medidas de tempo.....	43
CONSIDERAÇÕES.....	44
REFERÊNCIAS.....	45

INTRODUÇÃO

As transformações tecnológicas vêm alterando as necessidades da sociedade e conseqüentemente, do currículo, deslocam a necessidade em cálculos para a capacidade de resolução de problemas. Além dos conteúdos é preciso mudar também o modo como a matemática é estudada e os processos cognitivos a serem postos em ação durante a atividade escolar. Feita a troca de ênfase, da proficiência em cálculo para a resolução de problemas, é natural que a reflexão se sobreponha à mecanização de procedimentos. Os alunos de hoje serão cada vez mais confrontados com o desafio de administrar e utilizar recursos para a solução de problemas. Temos como educadores e educandos desafios importantes: mudar, aperfeiçoar e reconstituir. A estes desafios devemos voltar nossos esforços no sentido de contribuir com a construção de um novo mundo.

Sendo a Matemática uma ciência universal e que está presente em todos os campos da atividade humana e, entendendo a importância de sua aplicabilidade nas mais diversas situações do cotidiano, esta pesquisa sobre metrologia e sistemas de medidas, cuja metodologia aplicada no seu desenvolvimento foi a pesquisa bibliográfica, foi criada, com o objetivo de estabelecer relações entre nossas idéias, situações teóricas e práticas, bem como de assuntos gerais onde a metrologia é de fundamental importância, e ao mesmo tempo, procurar técnicas que possam ser utilizadas no processo de ensino-aprendizagem para os conteúdos da Matemática nele abordados.

Encontraremos também um histórico das medidas, desde os primeiros objetos usados como instrumento de medição, até o surgimento do metro. A denominação desses objetos e seus respectivos valores em metro. Faremos também uma abordagem sobre as primeiras definições do metro, e em que consiste o metro padrão. Definimos e classificamos a metrologia, citando os órgãos responsáveis pela fiscalização e suas respectivas áreas de atuação. Conheceremos a importância da “metrologia legal” que trata da exatidão das medições e é responsável em atender as exigências técnicas, legais e obrigatórias, proposta pelo INMETRO.

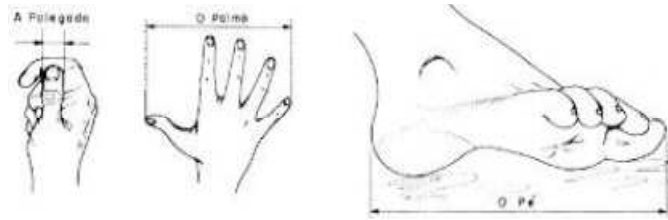
Falaremos dos fundamentos da metrologia, com algumas definições de medida segundo alguns autores. Conheceremos alguns itens que nos mostra a importância da metrologia no nosso cotidiano em vários setores, tais como: na educação, na saúde, no comércio, na agricultura, na indústria, etc.

UM BREVE HISTÓRICO DAS MEDIDAS

Como fazia o homem, cerca de 4.000 anos atrás, para medir comprimentos?

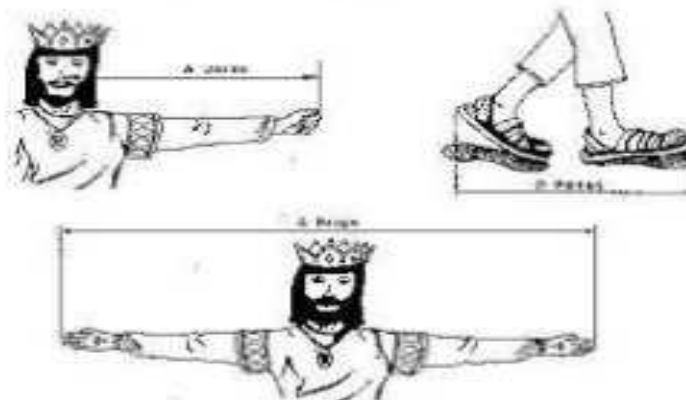
As unidades de medição primitivas estavam baseadas em partes do corpo humano, que eram referências universais, pois ficava fácil chegar-se a uma medida que podia ser verificada por qualquer pessoa. Foi assim que surgiram medidas padrão como a polegada, o palmo, o pé, a jarda, a braça e o passo.

Figura 1 – medidas padrão do corpo humano



Fonte: SENAI - Telecurso 2000

Figura 2 – medidas padrão do corpo humano



Fonte: SENAI - Telecurso 2000

Algumas dessas medidas-padrão continuam sendo empregadas até hoje. Veja os seus correspondentes em centímetros:

1 polegada = 2,54 cm

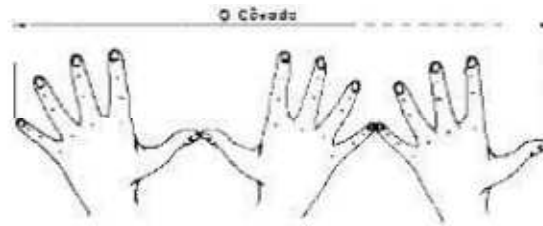
1 pé = 30,48 cm

1 jarda = 91,44 cm

O Antigo Testamento da Bíblia é um dos registros mais antigos da história da humanidade. E lá, no Gênesis, lê-se que o Criador mandou Noé construir uma arca com dimensões muito específicas, medidas em côvados.

O côvado era uma medida-padrão da região onde morava Noé, e é equivalente a três palmos, aproximadamente, 66 cm.

Figura 3 – medidas padrão do corpo humano



Fonte: SENAI - Telecurso 2000

Em geral, essas unidades eram baseadas nas medidas do corpo do rei, sendo que tais padrões deveriam ser respeitados por todas as pessoas que, naquele reino, fizessem as medições.

Há cerca de 4.000 anos, os egípcios usavam, como padrão de medida de comprimento, o cúbito: distância do cotovelo à ponta do dedo médio.

Figura 4 – medidas padrão do corpo humano



Fonte: SENAI - Telecurso 2000

Como as pessoas têm tamanhos diferentes, o cúbito variava de uma pessoa para outra, ocasionando as maiores confusões nos resultados nas medidas. Para serem úteis, era necessário que os padrões fossem iguais para todos. Diante desse problema, os egípcios resolveram criar um padrão único: em lugar do próprio corpo, eles passaram a usar, em suas medições, barras de pedra com o mesmo comprimento. Foi assim que surgiu o cúbito-padrão.

Com o tempo, as barras passaram a ser construídas de madeira, para facilitar o transporte. Como a madeira logo se gastava, foram gravados comprimentos equivalentes a um cúbito-padrão nas paredes dos principais templos. Desse modo, cada um podia conferir periodicamente sua barra ou mesmo fazer outras, quando necessário.

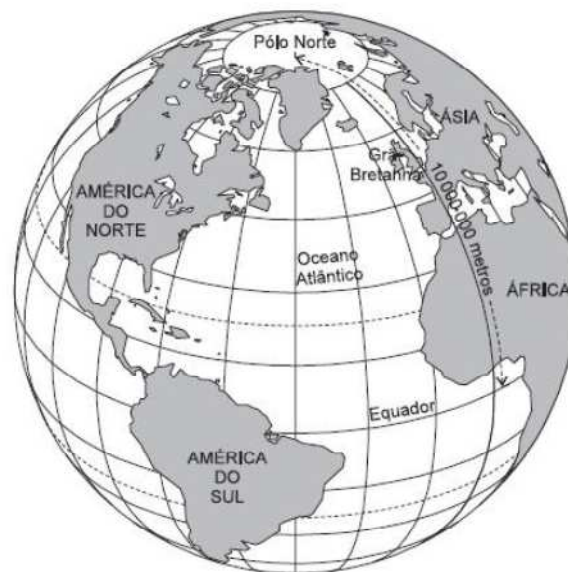
Nos séculos XV e XVI, os padrões mais usados na Inglaterra para medir comprimentos eram a plegada, o pé, a jarda e a milha.

Na França, no século XVII, ocorreu um avanço importante na questão de medidas. A Toesa, que era então utilizada como unidade de medida linear, foi padronizada em uma barra de ferro com dois pinos nas extremidades e, em seguida, chumbada na parede externa do Grand Chatelet, nas proximidades de Paris. Dessa forma, assim como o cúbito-padrão, cada interessado poderia conferir seus próprios instrumentos. Uma toesa é equivalente a seis pés, aproximadamente, 182,9 cm.

Entretanto, esse padrão também foi se desgastando com o tempo e teve que ser refeito. Surgiu, então, um movimento no sentido de estabelecer uma unidade natural, isto é, que pudesse ser encontrada na natureza e, assim, ser facilmente copiada, constituindo um padrão de medida. Havia também outra exigência para essa unidade: ela deveria ter seus submúltiplos estabelecidos segundo o sistema decimal. O sistema decimal já havia sido inventado na Índia, quatro séculos antes de Cristo. Finalmente, um sistema com essas características foi apresentado por Talleyrand, na França, num projeto que se transformou em lei naquele país, sendo aprovada em 8 de maio de 1790.

Estabelecia-se, então, que a nova unidade deveria ser igual à décima milionésima parte de um quarto do meridiano terrestre.

Figura 5 – medidas padrão do corpo humano



Fonte: SENAI - Telecurso 2000

Essa nova unidade passou a ser chamada **metro** (o termo grego *metron* significa medir).

Os astrônomos franceses Delambre e Mechain foram incumbidos de medir o meridiano. Utilizando a toesa como unidade, mediram a distância entre Dunkerque (França) e Montjuich (Espanha). Feitos os cálculos, chegou-se a uma distância que foi materializada numa barra de platina de secção retangular de 4,05 x 25 mm. O comprimento dessa barra era equivalente ao comprimento da unidade padrão **metro**, que assim foi definido: **Metro é a décima milionésima parte de um quarto do meridiano terrestre.**

Foi esse metro transformado em barra de platina que passou a ser denominado **metro dos arquivos.**

Com o desenvolvimento da ciência, verificou-se que uma medição mais precisa do meridiano fatalmente daria um **metro** um pouco diferente. Assim, a primeira definição foi substituída por uma segunda: **Metro é a distância entre os dois extremos da barra de**

platina depositada nos Arquivos da França e apoiada nos pontos de mínima flexão na temperatura de zero grau Celsius.

Escolheu-se a temperatura de zero grau Celsius por ser, na época, a mais facilmente obtida com o gelo fundente.

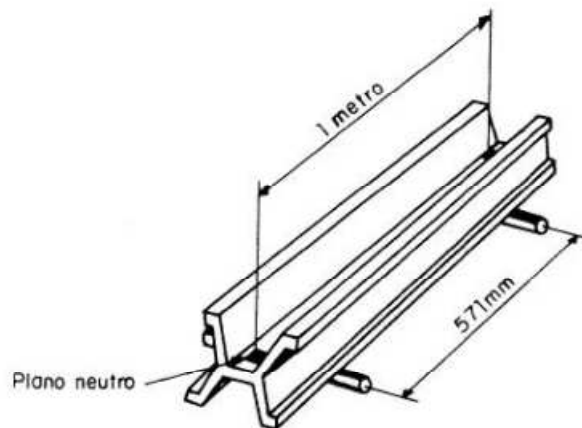
No século XIX, vários países já haviam adotado o sistema métrico. No Brasil, o sistema métrico foi implantado pela Lei Imperial nº 1157, de 26 de junho de 1862. Estabeleceu-se, então, um prazo de dez anos para que padrões antigos fossem inteiramente substituídos.

Com exigências tecnológicas maiores, decorrentes do avanço científico, notou-se que o metro dos arquivos apresentava certos inconvenientes. Por exemplo, o paralelismo das faces não era assim tão perfeito. O material, relativamente mole, poderia se desgastar, e a barra também não era suficientemente rígida.

Para aperfeiçoar o sistema, fez-se um outro padrão, que recebeu:

- seção transversal em X, para ter maior estabilidade;
- uma adição de 10% de irídio, para tornar seu material mais durável;
- dois traços em seu plano neutro, de forma a tornar a medida mais perfeita.

Figura 6 – medidas padrão do corpo humano



Fonte: SENAI - Telecurso 2000

Assim, em 1889, surgiu a terceira definição: **Metro é a distância entre os eixos de dois traços principais marcados na superfície neutra do padrão internacional depositado no B.I.P.M. (Bureau Internacional des Poids et Mésures), na temperatura de zero grau Celsius e sob uma pressão atmosférica de 760 mmHg e apoiado sobre seus pontos de mínima flexão.**

Atualmente, a temperatura de referência para calibração é de 20°C. É nessa temperatura que o metro, utilizado em laboratório de metrologia, tem o mesmo comprimento do padrão que se encontra na França, na temperatura de zero grau Celsius.

Ocorreram, ainda, outras modificações. Hoje, o padrão do metro em vigor no Brasil é recomendado pelo INMETRO, baseado na velocidade da luz, de acordo com decisão da 17ª Conferência Geral dos Pesos e Medidas de 1983. O INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), em sua resolução 3/84, assim definiu o metro: **Metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante o intervalo de tempo de $\frac{1}{299792458}$ do segundo.**

É importante observar que todas essas definições somente estabeleceram com maior exatidão o valor da mesma unidade: **o metro.**

Medidas inglesas

A Inglaterra e todos os territórios dominados há séculos por ela utilizavam um sistema de medidas próprio, facilitando as transações comerciais ou outras atividades de sua sociedade.

Acontece que o sistema inglês difere totalmente do sistema métrico que passou a ser o mais usado em todo o mundo. Em 1959, a jarda foi definida em função do metro, valendo 0,91440 m. As divisões da jarda (3 pés; cada pé com 12 polegadas) passaram, então, a ter seus valores expressos no sistema métrico:

$$1 \text{ yd (uma jarda)} = 91,44 \text{ cm}$$

$$1 \text{ ft (um pé)} = 30,48 \text{ cm}$$

$$1 \text{ inch (uma polegada)} = 2,54 \text{ cm}$$

Padrões do metro no Brasil

Em 1826, foram feitas 32 barras-padrão na França. Em 1889, determinou-se que a barra nº 6 seria o metro dos Arquivos e a de nº 26 foi destinada ao Brasil. Este metro-padrão encontra-se no IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas).

Apesar de se chegar ao metro como unidade de medida, ainda são usadas outras unidades de medidas. Na mecânica, por exemplo, é comum usar o milímetro e a polegada.

O sistema inglês ainda é muito utilizado na Inglaterra e nos Estados Unidos, e é também no Brasil devido ao grande número de empresas procedentes desses países. Porém, esse sistema vem aos poucos sendo substituídos pelo sistema métrico. No entanto, ainda permanece a necessidade de se converter o sistema inglês em métrico e vice-versa.

METROLOGIA

Metrologia é uma palavra de origem grega: metron = medida e logos = ciência e é definida pelo Vocabulário de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia (VIM), como sendo a "Ciência da medição que abrange todos os processos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que seja a incerteza, em quaisquer campos da ciência ou da tecnologia" (INMETRO, 2000).

É um conjunto de conhecimentos científico e tecnológico que asseguram a exatidão exigida no processo produtivo, procurando garantir a qualidade de produtos e serviços através da calibração de instrumentos e da realização de ensaios, sendo a base fundamental para a competitividade das empresas.

Um dos aspectos importantes relacionados à Metrologia é a codificação dos conhecimentos relativos às medições e unidades de medida.

Não é somente na Física que a Metrologia ocupa um papel relevante, de uma maneira geral, ela ocupa um papel importante em todas as ciências, sendo encarada como uma ciência básica (THEISEN, 1997).

A metrologia está dividida em três grandes áreas:

- **Metrologia Científica:** que se utiliza de instrumentos laboratoriais e das pesquisas e metodologias científicas que têm por base padrões de medição nacionais e internacionais para o alcance de altos níveis de qualidade metrológica;
- **Metrologia Industrial:** cujos sistemas de medição controlam processos produtivos industriais e são responsáveis pela garantia da qualidade dos produtos acabados;
- **Metrologia Legal:** é parte da metrologia relacionada às atividades resultantes de exigências obrigatórias, referentes às medições, unidades de medida, instrumentos e métodos de medição, que são desenvolvidas por organismos competentes. Com a supervisão do Governo, o controle metrológico estabelece adequada transparência e confiança com base em ensaios imparciais. A exatidão dos instrumentos de medição garante a credibilidade nos campos econômicos, da saúde, da segurança e do meio ambiente.

A metrologia é uma ferramenta imprescindível para:

- Avaliar a conformidade de produtos e processos;
- Garantia de justas relações de troca (relações comerciais);
- Promover a cidadania (saúde, segurança e meio ambiente);
- Qualidade, inovação e competitividade;

- Assegurar reconhecimento nacional e internacional.

Os principais objetivos da Metrologia são:

- Traduzir a confiabilidade nos sistemas de medição.
- Garantir que especificações técnicas, regulamentos e normas existentes,
- Proporcionem as mesmas condições de perfeita aceitabilidade na montagem e encaixe de partes de produtos finais, independente de onde sejam produzidas.
- Melhoria do nível de vida das populações:
 - ✓ Consumo de produtos com qualidade;
 - ✓ Preservação da segurança, saúde e do meio ambiente.

As principais vantagens da Metrologia são:

- Garante a qualidade do produto final,
 - ✓ Favorece as negociações pela confiança do cliente;
 - ✓ Diferenciador tecnológico e comercial para as empresas.
- Reduz o consumo e o desperdício de matéria prima,
 - ✓ Devido à calibração de componentes e equipamentos;
 - ✓ Aumento da produtividade.
- Elimina a possibilidade de rejeição do produto,
 - ✓ Resguarda os princípios éticos e morais da empresa no atendimento das necessidades da sociedade em que está inserida,
 - ✓ Evita desgastes que podem comprometer sua imagem no mercado.

A estrutura atual da metrologia no Brasil é regida pela **Lei nº 5.966 de 11 de dezembro de 1973**, que instituiu o **Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO)**, com a finalidade de formular e executar a política nacional de metrologia, normalização e qualidade.

O órgão normativo do sistema é o **Conselho de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO)**, com a responsabilidade de assegurar a uniformidade e a racionalização das unidades de medidas utilizadas no país, fixar critérios e procedimentos para certificação de qualidade de produtos industriais e também para aplicação de penalidades nos casos de infração à legislação.

O órgão executivo da política nacional de metrologia é o **Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO)**, que é vinculado ao Ministério das Indústrias, do Comércio e do Turismo (MICT), podendo, através de

autorização do CONMETRO, credenciar entidades públicas e privadas para as atividades de sua competência. Além disso, possui várias outras atribuições, tais como:

- Gerenciar o Sistema Brasileiro de Certificação (SBC);
- Coordenar a Rede Brasileira de Calibração (RBC), a Rede Brasileira de Laboratórios e Ensaios (RBLE) e a Rede Nacional de Metrologia Legal (RNML);
- Promover e supervisionar o Sistema de Normalização Técnica consensual;
- Realizar os trabalhos inerentes a Metrologia Legal;
- Prover o país de padrões metrológicos nacionais;
- Supervisionar a emissão de Regulamentos Técnicos no âmbito governamental;
- Fomentar na indústria nacional a utilização de técnicas de gestão de qualidade;
- Coordenar a participação brasileira em organizações internacionais, com o Acordo Geral de Tarifas e Comércio (GATT), a Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML), a Comissão Pan-americana de Normas Técnicas (COPANT) e o Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM).

FINALIDADES DO CONTROLE METROLÓGICO

O controle metrológico consiste na:

- 1- Identificação de todos os equipamentos de medida de precisão existentes, classificando-os e elaborando um banco de dados que possa gerenciar as atividades de calibração periódica de modo a não interferir na produção. É interessante observar que nem todos os equipamentos de medição necessitam de calibrações. Mas, no entanto, todos devem ser registrados e identificados.
- 2- Elaboração de um estudo sobre a adequação do equipamento de medida à tarefa executada. Equipamentos com grande incerteza de medição, principalmente os usados na análise final de produtos acabados, podem estar condenando produtos bons ou aprovando produtos ruins; ou ainda equipamentos com incerteza de medição excessivamente pequena são caros e oneram o custo de produção. A incerteza do equipamento deve ser coerente com a tolerância de fabricação.
- 3- Orientação dos funcionários quanto ao correto manuseio dos equipamentos de medida. O manuseio incorreto pode gerar, além de medidas errôneas, danos no equipamento ou até mesmo no pessoal envolvido na medição.
- 4- Calibração dos equipamentos de medição. Basicamente, existem cinco motivos para que o equipamento deva ser encaminhado à calibração: Quando novo; quando sofrer esforço excessivo, queda; quando sofrer manutenção; quando suas indicações não estiverem confiáveis ou periodicamente.

A empresa deve possuir um sistema de acompanhamento dos erros apresentados pelos equipamentos em suas calibrações de modo que possa determinar o período adequado entre as

calibrações. Esse acompanhamento pode, por exemplo, ser feito em planilhas de cálculo com desempenho do equipamento mostrado sob a forma de gráfico. Cabe também a empresa detentora do equipamento, após análise do certificado de calibração, determinar se este ainda pode continuar operando.

5- Manutenção do equipamento se faz necessária sempre que se deseje que suas indicações se tornem confiáveis.

Vejamos algumas áreas de atuação da metrologia:

- Matemática;
- Física;
- Elétrica;
- Mecânica;
- Engenharia.

Para cada uma delas, existem vários equipamentos e, para cada um existem normas que regem sua calibração, além do próprio manual do fabricante, que especifica suas incertezas.

Uma empresa pode montar seu próprio laboratório de calibração, mas para isso, é necessário um preciso estudo do custo/benefício, visto que o serviço pode ser terceirizado.

Vale lembrar que se o equipamento é utilizado diretamente para transações comerciais, sua calibração faz parte da **Metrologia Legal** e cabe ao **IPEM/INMETRO** sua calibração.

METROLOGIA LEGAL

A metrologia legal é à parte da metrologia que se refere às exigências legais, técnicas e administrativas, relativas às medidas, aos métodos de medição, aos instrumentos de medir e as medidas materializadas. (INMETRO, 1988)

O conjunto de regulamentos, meios técnicos e ações são indispensáveis para garantir a segurança e exatidão adequada às medições. (INMETRO, 1988)

Serviço de metrologia legal é o serviço responsável pela implantação de leis e regulamentos no campo da metrologia legal. (INMETRO, 1988)

Algumas observações importantes sobre o serviço de metrologia legal devem ser levadas em consideração:

- 1- O serviço de metrologia legal é de âmbito nacional;
- 2- Apresenta como funções principais assegurar a conservação e a exatidão dos padrões de referência de trabalho; efetuar trabalhos científicos e técnicos; elaborar projetos; efetuar o controle de instrumentos de medir e medidas materializadas e outros.
- 3- Para exercer suas funções o serviço de metrologia legal compreende:
 - Um órgão central que supervisiona, coordena e controla as atividades de metrologia legal;

- Uma rede metrologia legal, composta de órgãos metrológicos regionais, que executam as verificações, as inspeções e a supervisão metrológica.

A Organização Internacional de Metrologia Legal - OIML descreve o termo "Metrologia Legal" como: parte da metrologia que trata das unidades de medida, métodos de medição e instrumentos de medição em relação às exigências técnicas e legais obrigatórias, as quais têm o objetivo de assegurar uma garantia pública do ponto de vista da segurança e da exatidão das medições.

A Metrologia Legal permeia todos os níveis e setores de uma nação desenvolvida. Durante a sua vida as pessoas terão contato com um grande número de instrumentos de medição sujeitos a regulamentação metrológica. As ações governamentais no campo da metrologia legal objetivam, por um lado, a disseminação e manutenção de medidas e unidades harmonizadas, e de outro, a supervisão e exame de instrumentos e métodos de medição.

O principal objetivo estabelecido legalmente no campo econômico é proteger o consumidor enquanto comprador de produtos e serviços medidos, e o vendedor, enquanto fornecedor destes. A exatidão dos instrumentos de medição, especialmente em atividades comerciais, dificilmente pode ser conferida pela segunda parte envolvida, e que não possui meios técnicos para fazê-lo.

Em geral os instrumentos de medição estão na posse de um dos parceiros comerciais o qual tem acesso a eles, mesmo na ausência da outra parte. É tarefa do controle metrológico estabelecer adequada transparência e confiança entre as partes, com base em ensaios imparciais.

Atualmente, não só atividades no campo comercial são submetidas à supervisão governamental em países desenvolvidos, mas também, instrumentos de medição usados em atividades oficiais, no campo médico, na fabricação de medicamentos, bem como nos campos de proteção ocupacional, ambiental e da radiação são submetidos, obrigatoriamente, ao controle metrológico.

A exatidão das medições assume especial importância no campo médico face aos vários efeitos negativos que resultados de menor confiabilidade podem provocar à saúde humana.

A credibilidade da medição é, portanto, especialmente necessária onde quer que exista conflito de interesse, ou onde quer que medições incorretas levem a riscos indesejáveis aos indivíduos ou à sociedade.

A Metrologia Legal originou-se da necessidade de assegurar um comércio justo e uma de suas mais importantes contribuições para a sociedade é o seu papel de aumentar a eficiência no comércio mantendo a confiança nas medições e reduzindo os custos das transações.

A Metrologia Legal atende tais necessidades principalmente através de regulamentos, os quais são implementados para assegurar um nível adequado de credibilidade nos resultados de medição. Em todas as suas aplicações, a metrologia legal cobre unidades de medida, instrumentos de medição e outras matérias tais como os produtos pré-medidos.

Com respeito aos instrumentos de medição, a Metrologia Legal especifica exigências de desempenho, procedimentos de verificação, meios para assegurar a correta utilização das unidades de medida legalmente definidas e prescrições obrigatórias para uso.

A Metrologia Legal tem como objetivo principal proteger o consumidor tratando das unidades de medida, métodos e instrumentos de medição, de acordo com as exigências técnicas e legais obrigatórias.

Com a supervisão do Governo, o controle metrológico estabelece adequada transparência e confiança com base em ensaios imparciais. A exatidão dos instrumentos de medição garante a credibilidade nos campos econômicos, saúde, segurança e meio ambiente.

No Brasil as atividades da Metrologia Legal são uma atribuição do Inmetro, que também colabora para a uniformidade da sua aplicação no mundo, pela sua ativa participação no MERCOSUL e na Organização Internacional de Metrologia Legal – OIML.

DOCUMENTOS FORNECIDOS PELO SERVIÇO DE METROLOGIA LEGAL

Documentos legais que tem por objetivo fixar as unidades de medidas legais, instituir e organizar o serviço de metrologia legal bem como tornar obrigatório o controle de certos instrumentos de medir ou medidas materializadas.

O certificado de verificação é o documento que comprava a verificação de um instrumento de medir ou medida materializada e que satisfaz as exigências regulamentares.

Outro documento fornecido pelo serviço de Metrologia Legal é o laudo de perícia metodológica que indica as condições em que foram efetuadas a perícia metrológica, as investigações realizadas e os resultados obtidos. No Brasil este documento é uma portaria de aprovação de modelo cujo resumo é publicado no diário oficial da união.

IMPORTÂNCIA DA METROLOGIA

“Mede o que é mensurável e torna mensurável o que não o é.” (GALILEU GALILEI).

“O conhecimento amplo e satisfatório sobre um processo ou fenômeno somente existirá quando for possível medi-lo e expressá-lo através de números.” (LORD KELVIN, 1883).

“Se você não pode medir algo, não pode melhorá-lo.” (LORD KELVIN, 1883).

“Desde as primeiras civilizações, as medidas se tornaram a linguagem fundamental à realização dos negócios no mundo do comércio. Elas podem ser consideradas um dos principais fatores que sustentaram e fortaleceram as sociedades pelas relações estabelecidas por meio das compras e vendas, pela criação dos padrões que mensuram a produção e pelo suporte dimensional para as ciências e a tecnologia.” (SILVA, 2004).

“a necessidade de medidas-padrão passou a existir logo que os homens começaram a fazer negócios em grande escala, na construção de casas navios e utensílios em geral.” (VAZ & GUIMARÃES, 2002).

“Não é somente na Física que a Metrologia ocupa um papel relevante, de uma maneira geral, ela ocupa um papel importante em todas as ciências, sendo encarada como uma ciência básica.” (THEISEN, 1997).

As frases acima, nos dá uma visão bastante abrangente sobre a aplicação da metrologia, que está, direta e indiretamente, mais presente em nosso cotidiano do que

normalmente imaginamos. Basta lembrar que todos os alimentos, bens duráveis, produtos de higiene e serviços que consumimos cotidianamente, por exemplo, requerem para sua produção e comercialização uma série de ações técnicas no âmbito da metrologia, antes de serem consumidos.

Estas ações envolvem aspectos da qualidade dos produtos e verificação do atendimento às suas especificações técnicas, bem como, assegurar aspectos relativos à saúde, segurança, defesa do consumidor, assim como, ao meio-ambiente.

Dada a abrangência e a grande diversidade de conceitos e tecnologias envolvidas, a atividade metrológica requer infraestruturas, procedimentos estruturados e recursos humanos sistematicamente para atender seus objetivos com eficácia. Atingir esta situação requer um crescente esforço das empresas usuárias e instituições provedoras de serviços, constituindo-se em desafios que se renovam com o desenvolvimento tecnológico. Os exemplos a seguir, são uma pequena ilustração do contexto descrito:

- Médicos tomam decisões que influenciam na vida de seus pacientes, baseados nos resultados de exames. Erros nestes resultados podem induzir erros médicos e provocar lesões em pacientes ou mesmo não surtir efeito;
- Acidentes automotivos fatais podem ser causados por falhas mecânicas oriundas de resultados de ensaios não confiáveis;
- O Brasil compra gás natural da Bolívia. Se os instrumentos que medem o volume de gás que entra no país não estiverem devidamente calibrados, ou seja, o volume de gás recebido for menor ou maior que o indicado pelo instrumento, o prejuízo financeiro poderá ser extremamente significativo, já que envolve grandes volumes.

A metrologia é um dos fundamentais na garantia da qualidade de produtos, processos e serviços. Resultados de medições, inspeções e ensaios só podem ser considerados confiáveis se forem obtidos a partir de instrumentos calibrados. Por isso, empresas interessadas na melhoria contínua de seus processos necessitam da calibração periódica de seus equipamentos.

A busca constante de uma maior confiabilidade dos processos de medição, na indústria e no comércio, é fator determinante para melhorar condições de desenvolvimento e competitividade de um país. Isto envolve tanto os processos produtivos de um modo geral, como o exercício da cidadania, na medida em que informações confiáveis sobre as características físicas, químicas, funcionais e de desempenho de produtos são fundamentais para determinar a conformidade, ou não, com requisitos e especificações estabelecidas em função do uso para o qual o produto se destina.

No contexto industrial, a metrologia é a tecnologia que fundamenta as atividades de controle e de garantia da qualidade dos produtos e dos processos produtivos.

MEDIÇÃO

Definições

Segundo alguns autores medições é um conjunto de operações manuais ou automatizadas que visa determinar um valor de uma grandeza, ou seja, são procedimentos experimentais pelo qual o valor momentâneo de uma grandeza física (mensurado) é determinado.

De acordo com os dados do INMETRO (2000), medição é o conjunto de operações que tem por objetivo determinar um valor de uma grandeza.

Ciências da medição

A metrologia abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que seja a incerteza, nos campos da ciência ou da tecnologia.

Exemplo:

Na matemática, nos estudo das figuras geométricas;

Na física, o efeito termoeletrico, utilizado para medição da temperatura.

Métodos de medição

Os métodos de medição podem ser classificados de várias maneiras, entre as quais:

- Método por substituição;
- Método diferencial;
- Método de zero.

Procedimentos de medição

É o conjunto de operações, descritas especificamente, usado na execução de medidas particulares, de acordo com um dado método.

Um procedimento de medição é usualmente registrado em um documento, que algumas vezes é denominado procedimento de medição e normalmente tem detalhes suficientes para permitir que o operador que o execute a medição sem informações adicionais.

Resultados de medição

Valor atribuído a um mensurado obtido por medição.

1- Quando um resultado é dado, deve-se indicar claramente se ele se refere:

- A indicação;
- Ao resultado não corrigido;
- Ao resultado corrigido;
- E se correspondeu ao valor médio de várias medições.

- 2- Uma expressão completa do resultado de uma medição inclui informações sobre a incerteza da medição.

Instrumento de medição

O valor de uma grandeza é formado por um instrumento de medição. Instrumento de medição é um dispositivo utilizado para uma medição, sozinho ou em conjunto com dispositivo(s) complementar(es).

Alguns instrumentos de medição apresentam uma indicação.

Exemplos:

- Voltímetro;
- Frequenciometro;
- Paquímetro;
- Micrômetro.

Aplicações das medições ao cotidiano

Medir para que?

1. Monitorar

✓ *Observar passivamente grandezas*

- Compra e venda de produtos e serviços:
Consumo de água, energia elétrica, taxímetro, combustíveis, etc.
- Sinais vitais:
Pressão arterial, temperatura, nível de colesterol.
- Atividades desportivas:
Desempenho, recordes, tempos, etc.

2. Controlar

✓ *Observar, comparar e agir para manter dentro das especificações.*

- Aviação:
Temperatura, pressão, velocidade, rota e altitude.

3. Investigar

✓ *Descobrir o novo, explicar, formular.*

- Compreender; dominar; evoluir; inovar:
Descobertas científicas; estudar fenômenos; melhorar; expandir limites.

IMPORTÂNCIA DA MEDIÇÃO

Para se ter uma idéia do quanto é importante a medida, basta saber que a própria Matemática se originou da necessidade de medir. A medição é um dos fundamentos da indústria, pois em qualquer trabalho a noção de medida é indispensável. Só com o desenvolvimento da medida é que se tornou possível a construção das máquinas, desde as mais simples até as mais complexas.

Observação 1^a – Toda medição é imperfeita. Não há medidas exatas e uma medida é sempre aproximada. É, portanto, impossível fazer uma medição isenta de erros; a medida efetiva que se encontra em uma medição discrepa mais ou menos da dimensão efetiva real da peça medida; a esta discrepância chama-se “incerteza de medida”, que é inerente a toda medição, o conceito de “exatidão de medida” deve ser repellido.

Observação 2^a – A escolha das unidades de medidas é sempre arbitrária. Pode-se, portanto, escolher para medir o comprimento de uma peça, qualquer uma das unidades de comprimento como: a polegada, o metro, o milímetro, etc. É evidente que se escolhe aquela que for mais prática e adequada ao trabalho.

Observação 3^a – Para uma medição rigorosa, devem ser observados os seguintes princípios:

- Tranquilidade;
- Limpeza;
- Cuidado;
- Paciência;
- Consciência da responsabilidade;
- Sensibilidade;
- Habilidade manual;
- Experiência
- Formação profissional.

São muito importantes o cuidado e conservação dos aparelhos, ou instrumentos de medição, posto que requerem uma grande atenção, como sejam: cuidado e limpeza, não golpeá-los nem deixa-los abandonados à ação do pó do esmeril, salpicos de água, calor excessivo, etc.

O erro pessoal tem grande importância durante uma medição. Se esta se faz de uma forma defeituosa, por exemplo, a má posição do instrumento de medida, quando não se sabe manejá-lo corretamente, pressões excessivas, erros de leitura; isto deixa demonstrado que a certeza necessária para a medida só pode ser lograda por pessoal operador preparado e com suficiente experiência, bem como com a utilização de instrumentos em excelente estado de conservação, ou devidamente calibrados.

MEDIDAS DE COMPRIMENTO

Importância das Medidas de Comprimento

Desde a antiguidade os povos foram criando suas unidades de medida. Cada um deles possuía suas próprias unidades-padrão. Com o desenvolvimento do comércio, ficavam cada vez mais difíceis as trocas de informações com tantas unidades diferentes. Era necessário que se adotasse um padrão de medida único para cada grandeza. Foi assim que em 1791, época da Revolução Francesa, um grupo de representantes de vários países reuniu-se para discutir a adoção de um sistema único de medidas. Surgiu o sistema métrico decimal.

Para medir comprimento existem vários instrumentos que são usados de acordo com o grau de precisão requerido pelo trabalho. Usam-se alguns instrumentos tais como:

- Trena;
- Régua graduada;
- Paquímetro;
- Micrômetro;
- Telescópio;
- Relógio comparador;
- Esquadro de precisão.

Unidades de medidas de comprimento do sistema métrico

Metro

A palavra metro vem do grego *métron* e significa “o que mede”. No Brasil, o metro foi adotado oficialmente em 1928.

A unidade fundamental de comprimento é o metro, definido atualmente como “o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante o intervalo de tempo de $\frac{1}{299792458}$ do segundo”, embora outras unidades sejam utilizadas como o centímetro, o milímetro e o quilômetro.

Múltiplos e Submúltiplos do Metro

Além da unidade fundamental de comprimento, o metro, existem ainda os seus múltiplos e submúltiplos, cujos nomes são formados com o uso dos prefixos: exa, pepta, terá, giga, mega, quilo, hecto, deca, deci, centi, mili, micro, nano, pico, fento, atto.

Os múltiplos do metro são utilizados para medir grandes distâncias, enquanto os submúltiplos, para pequenas distâncias. Para medidas milimétricas, que exige precisão, é

comum o uso do Mícron (μ) = 10^{-6} m e o Angstrom (Å) = 10^{-10} m. Para distâncias astronômicas é utilizado o Ano-luz = $9,5 \times 10^{12}$ km.

Tabela 1 – Múltiplos e Submúltiplos do Metro

MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS DO METRO		
Nome	Símbolo	Fator pelo qual a unidade é multiplicada
exâmetro	Em	$10^{18} = 1.000.000.000.000.000.000$ m
peptâmetro	Pm	$10^{15} = 1.000.000.000.000.000$ m
terâmetro	Tm	$10^{12} = 1.000.000.000.000$ m
gigâmetro	Gm	$10^9 = 1.000.000.000$ m
megâmetro	Mm	$10^6 = 1.000.000$ m
quilômetro	km	$10^3 = 1.000$ m
hectômetro	hm	$10^2 = 100$ m
decâmetro	dam	$10^1 = 10$
metro	m	$1 = 1$ m
decímetro	dm	$10^{-1} = 0,1$ m
centímetro	cm	$10^{-2} = 0,01$ m
milímetro	mm	$10^{-3} = 0,001$ m
micrômetro	μm	$10^{-6} = 0,000001$ m
nanômetro	nm	$10^{-9} = 0,000000001$ m
picômetro	pm	$10^{-12} = 0,000000000001$ m
fentômetro	fm	$10^{-15} = 0,000000000000001$ m
attômetro	am	$10^{-18} = 0,000000000000000001$ m

Fonte: Sistema Internacional de Medidas (SI)

Conversão das unidades de comprimento do Sistema Métrico

Cada unidade de comprimento é 10 vezes maior que a unidade de comprimento imediatamente inferior. A conversão pode ser feita mentalmente, para isso, basta conhecer os valores das unidades e também o processo mecânico de multiplicar ou dividir números decimais por 10, 10^2 , 10^3 ,..., pois essas unidades se baseiam no sistema decimal.

Exemplo 1: Transformar 0,71 m em decímetro, centímetro e milímetro.

Decímetro: multiplica-se por 10, pois $1 \text{ m} = 10 \text{ dm}$

$$0,71 \text{ m} = 0,71 \times 1 \text{ m} = 0,71 \times 10 \text{ dm} = 7,1 \text{ dm}$$

Centímetro: multiplica-se por 100, pois $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$

$$0,71 \text{ m} = 0,71 \times 1 \text{ m} = 0,71 \times 100 \text{ cm} = 71 \text{ cm}$$

Milímetro: multiplica-se por 1000, pois $1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$

$$0,71 \text{ m} = 0,71 \times 1 \text{ m} = 0,71 \times 1000 \text{ mm} = 710 \text{ mm}$$

Exemplo 2: Transformar 352,8 mm em centímetro, decímetro e metro.

Centímetro: divide-se por 10, pois $1 \text{ mm} = \frac{1}{10} \text{ cm}$

$$352,8 \text{ mm} = 352,8 \times 1 \text{ mm} = 352,8 \times \frac{1}{10} \text{ cm} = 35,28 \text{ cm}$$

Decímetro: divide-se por 100, pois $1 \text{ mm} = \frac{1}{100} \text{ dm}$

$$352,8 \text{ mm} = 352,8 \times 1 \text{ mm} = 352,8 \times \frac{1}{100} \text{ dm} = 3,528 \text{ dm}$$

Milímetro: divide-se por 1000, pois $1 \text{ mm} = \frac{1}{1000} \text{ m}$

$$352,8 \text{ mm} = 352,8 \times 1 \text{ mm} = 352,8 \times \frac{1}{1000} \text{ m} = 0,3528 \text{ m}$$

Pelos exemplos dados conclui-se que:

A conversão de uma unidade maior para uma menor é feita movendo-se a vírgula uma, duas, três,..., casas decimais para a direita, dependendo dos valores das unidades consideradas.

A conversão de uma unidade menor para uma maior é feita movendo-se a vírgula uma, duas, três,..., casas decimais para a esquerda, conforme os valores das unidades consideradas.

A observação da posição da vírgula nos exemplos abaixo faz compreender melhor o processo de conversão de unidades.

- $3501 \text{ mm} = 350,1 \text{ cm}$
- $3501 \text{ mm} = 35,01 \text{ dm}$
- $3501 \text{ mm} = 3,501 \text{ m}$

Considerações sobre o emprego das unidades de comprimento do Sistema Métrico

Em trabalhos de mecânica, o milímetro (mm) é a unidade mais utilizada, pois é mais comum escrever, falar, por exemplo, que uma peça mede 15 mm, do que 1,5 cm, 0,15 dm ou 0,015 m. Já em trabalhos de marcenaria, carpintaria, transações comerciais, etc., o metro (m) e o centímetro (cm) são as mais usadas, tendo em algumas situações, uma certa predominância do metro e do centímetro. Isso não significa que outras unidades não sejam usadas. O quilômetro (km), por exemplo, é largamente empregado nas medidas de grandes distâncias.

Unidade de comprimento do Sistema Inglês

No sistema Inglês está aos poucos, sendo substituído pelo sistema métrico. Mas ainda permanece a necessidade de se converter o sistema Inglês em sistema métrico e vice-versa, uma vez que na mecânica é muito comum usar o milímetro (sistema métrico) e a polegada (sistema Inglês).

Assim como o metro é a unidade fundamental no sistema métrico, a jarda (*yard*, palavra inglesa que significa vara) é a unidade fundamental no sistema inglês.

As relações existentes entre a jarda, o pé e a polegada, foram instituídas por leis, nas quais os reis da Inglaterra fixaram que:

- pé = 30,48 cm
- polegada = 2,54 cm
- jarda = 91,44 cm

Observações:

- 1 pé = 12 polegadas
- 1 jarda = 3 pés
- 1 jarda = 36 polegadas

Leitura de medida em Polegada

A polegada divide-se em frações ordinárias de denominadores iguais a: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, ...

Temos, então, as seguintes divisões da polegada:

Tabela 2 – Medidas de polegadas

$\frac{1''}{2}$	meia polegada
$\frac{1''}{4}$	um quarto de polegada
$\frac{1''}{8}$	um oitavo de polegada
$\frac{1''}{16}$	um dezesseis avos de polegada
$\frac{1''}{32}$	um trinta e dois avos de polegada
$\frac{1''}{64}$	um sessenta e quatro avos de polegada
$\frac{1''}{128}$	um cento e vinte e oito avos de polegada

Fonte: Sistema Internacional de Medidas (SI)

Os numeradores das frações devem ser números ímpares: $\frac{1''}{2}$, $\frac{3''}{4}$, $\frac{5''}{8}$, $\frac{15''}{16}$, ...

Quando o numerador for par, deve-se proceder à simplificação da mesma fração:

$$\frac{6'' \div 2}{8 \div 2} = \frac{3''}{4}$$

$$\frac{8'' \div 8}{64 \div 8} = \frac{1''}{8}$$

Conversão da polegada em Milímetro e Vice-versa

Sempre que uma medida estiver em uma unidade diferente da dos equipamentos utilizados, deve-se convertê-lo, ou seja, mudar a unidade de medida.

Para converter polegada fracionária em milímetro, deve-se multiplicar o valor em polegada fracionária por 25,4; pois 1 polegada equivale a 25,4 milímetros, ou seja, $1'' = 25,4$ mm.

Exemplo 3: Converter 5'' em milímetros.

$$5'' = 5 \times 1'' = 5 \times 25,4 \text{ mm} = 127 \text{ mm}$$

Multiplica-se o número de polegadas pelo valor da polegada em milímetro.

Exemplo 4: Converter $\frac{3''}{4}$ em milímetros.

$$\frac{3''}{4} = \frac{3}{4} \times 1'' = \frac{3}{4} \times 25,4 \text{ mm} = \frac{76,2}{4} \text{ mm} = 19,05 \text{ mm}$$

Multiplica-se $\frac{3}{4}$ por 25,4 mm.

Exemplo 5: Converter $2\frac{1''}{4}$ em milímetros.

$$2'' = 2 \times 1'' = 2 \times 25,4 \text{ mm} = 50,8 \text{ mm}$$

$$\frac{1''}{4} = \frac{1}{4} \times 1'' = \frac{1}{4} \times 25,4 \text{ mm} = \frac{25,4}{4} \text{ mm} = 6,35 \text{ mm}$$

$$2\frac{1''}{4} = 2'' + \frac{1''}{4} = 50,8 \text{ mm} + 6,35 \text{ mm} = 57,15 \text{ mm}$$

Converte-se o inteiro separado da fração e soma-se os dois valores.

Exemplo 6: Converter 38,10 mm em polegadas.

$$\text{Como } 1'' = 25,4 \text{ mm e } 1 \text{ mm} = \frac{1''}{25,4}$$

$$38,10 \text{ mm} = 38,10 \times 1 \text{ mm} = 38,10 \times \frac{1''}{25,4} = \frac{38,10''}{25,4} = 1,5''$$

$$\text{Logo } 1,5'' = 1'' + 0,5'' = 1\frac{1''}{2}$$

Divide-se 38,10 por 25,4

MEDIDAS DE SUPERFÍCIES

Importância das medidas de superfícies

As medidas de superfícies fazem parte de nosso dia-a-dia e respondem a nossas perguntas mais corriqueiras do cotidiano:

- Qual a área de um apartamento?
- Qual a área de um campo de futebol?
- Qual a área pintada de uma parede?
- Quantos metros quadrados são necessários para revestir uma piscina?

Superfície e Área

Superfície é uma grandeza com duas dimensões, enquanto área é a medida dessa grandeza, portanto, um número.

A unidade fundamental de superfície é o metro quadrado m^2 . O metro quadrado é a medida correspondente à superfície de um quadrado com 1 metro de lado.

Tabela 3 – Múltiplos e Submúltiplos do Metro Quadrado

MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS DO METRO QUADRADO		
Nome	Símbolo	Fator pelo qual a unidade é multiplicada
exâmetro quadrado	Em ²	$10^{36} = m^2$
peptâmetro quadrado	Pm ²	$10^{30} = m^2$
terâmetro quadrado	Tm ²	$10^{24} = m^2$
gigâmetro quadrado	Gm ²	$10^{18} = m^2$
megâmetro quadrado	Mm ²	$10^{12} = m^2$
quilômetro quadrado	km ²	$10^6 = m^2$
hectômetro quadrado	hm ²	$10^4 = m^2$
decâmetro quadrado	dam ²	$10^2 = m^2$
metro quadrado	m ²	$1 m^2$
decímetro quadrado	dm ²	$10^{-2} = m^2$
centímetro quadrado	cm ²	$10^{-4} = m^2$
milímetro quadrado	mm ²	$10^{-6} = m^2$
micrômetro quadrado	μm ²	$10^{-12} = m^2$
nanômetro quadrado	nm ²	$10^{-18} = m^2$
picômetro quadrado	pm ²	$10^{-24} = m^2$
fentômetro quadrado	fm ²	$10^{-30} = m^2$

attômetro quadrado	am^2	$10^{-36} = \text{m}^2$
--------------------	---------------	-------------------------

Fonte: Sistema Internacional de Medidas (SI)

Exemplos 7: Leia a seguinte medida: $13,57 \text{ m}^2$

km^2	hm^2	dam^2	m^2	dm^2	cm^2	mm^2
			13,	57		

Lê-se: 13 metros quadrados e 57 decímetros quadrados. Cada coluna dessa tabela corresponde a uma unidade de área.

Exemplos 8: Leia a seguinte medida: $153,72 \text{ m}^2$

km^2	hm^2	dam^2	m^2	dm^2	cm^2	mm^2
		1	53,	72		

Lê-se: 153 metros quadrados e 72 decímetros quadrados.

Exemplos 9: Leia a seguinte medida: $0,721 \text{ m}^2$

km^2	hm^2	dam^2	m^2	dm^2	cm^2	mm^2
		0	72,	10		

Lê-se: 7.210 decímetros quadrados.

Medidas Agrárias

As medidas agrárias são utilizadas para medir superfícies de campos, plantações, fazendas, etc. A principal unidade destas medidas é o are (a). Possui um múltiplo, o hectare (ha) e um submúltiplo, o centiare (ca).

Unidade agrária	hectare (há)	are (a)	centiare (ca)
-----------------	--------------	---------	---------------

Unidade de Equivalência	$10^2 = 100 \text{ a}$	1 a	$10^{-2} = 0,01 \text{ a}$
--------------------------------	------------------------	---------------	----------------------------

Observações:

- $1 \text{ há} = 1 \text{ hm}^2$
- $1 \text{ a} = 1 \text{ dam}^2$
- $1 \text{ ca} = 1 \text{ m}^2$

Conversão de unidades áreas do sistema métrico

Cada unidade de área é 100 vezes maior que a unidade de área imediatamente inferior. Para fazer a conversão, basta conhecer os valores das unidades e multiplica-los ou dividi-los por 10^2 , 10^4 , 10^6 , ...

Exemplo 10: Mudar $3,5 \text{ cm}^2$ para mm^2

$$3,5 \text{ cm}^2 = 3,5 \times 1 \text{ cm}^2 = 3,5 \times 10^2 \text{ mm}^2 = 350 \text{ mm}^2$$

Move-se a vírgula duas casas para a direita

Exemplo 11: Converter 521 mm^2 em cm^2

$$521 \text{ mm}^2 = 521 \times 1 \text{ mm}^2 = 521 \times \frac{1}{10^2} \text{ cm}^2 = \frac{521}{10^2} \text{ cm}^2 = \frac{521}{100} \text{ cm}^2 = 5,21 \text{ cm}^2$$

Move-se a vírgula duas casas para a esquerda

Exemplo 12: Transformar 3542 cm^2 em m^2

$$3542 \text{ cm}^2 = 3542 \times 1 \text{ cm}^2 = 3542 \times \frac{1}{10^4} \text{ m}^2 = 0,3542 \text{ m}^2$$

Move-se a vírgula quatro casas para a esquerda

Unidades de áreas do Sistema Inglês

A unidade de área do sistema inglês é a polegada quadrada que corresponde à área de um quadrado de lado igual a uma polegada.

Há ainda, as seguintes unidades:

O pé quadrado, que corresponde à área de um quadrado de lado igual a um pé.

A jarda quadrada, que corresponde à área de um quadrado de lado igual a uma jarda.

Observações:

- 1 jarda quadrada = 9 pés quadrados.
- 1 pé quadrado = 144 polegadas quadradas.
- 1 jarda quadrada = 1296 polegadas quadradas.

MEDIDAS DE VOLUME

Importância das medidas de Volume

Frequentemente nos deparamos com problemas que envolvem o uso de três dimensões: comprimento, largura e altura. De posse de tais medidas tridimensionais, poderemos calcular medidas de metros cúbicos e volume. Podemos então calcular, volumes relativos às caixas d'água, a tanques, reservatórios, etc.

Unidades de medidas de volume do sistema métrico

A unidade fundamental de volume é o metro cúbico (m^3), corresponde ao espaço ocupado por um cubo com 1 m de aresta.

Tabela 4 – Múltiplos e Submúltiplos do Metro Cúbico

MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS DO METRO CÚBICO		
Nome	Símbolo	Fator pelo qual a unidade é multiplicada
exâmetro cúbico	Em^3	$10^{64} = m^3$
peptâmetro cúbico	Pm^3	$10^{45} = m^3$
terâmetro cúbico	Tm^3	$10^{36} = m^3$
gigâmetro cúbico	Gm^3	$10^{27} = m^3$
megâmetro cúbico	Mm^3	$10^{18} = m^3$
quilômetro cúbico	km^3	$10^9 = m^3$
hectômetro cúbico	hm^3	$10^6 = m^3$
decâmetro cúbico	dam^3	$10^3 = m^3$
metro cúbico	m^3	$1 m^3$
decímetro cúbico	dm^3	$10^{-3} = m^3$
centímetro cúbico	cm^3	$10^{-6} = m^3$
milímetro cúbico	mm^3	$10^{-9} = m^3$
micrômetro cúbico	μm^3	$10^{-18} = m^3$

nanômetro cúbico	nm^3	$10^{-27} = \text{m}^3$
picômetro cúbico	pm^3	$10^{-36} = \text{m}^3$
fentômetro cúbico	fm^3	$10^{-45} = \text{m}^3$
attômetro cúbico	am^3	$10^{-64} = \text{m}^3$

Fonte: Sistema Internacional de Medidas (SI)

A leitura das medidas de volume segue o mesmo procedimento do aplicado às medidas lineares. Devemos utilizar, porém, três algarismos em cada unidade no quadro. No caso de alguma casa ficar incompleta, completa-se com zero(s).

Exemplos 13: Leia a seguinte medida: $69,53 \text{ m}^3$

km^3	hm^3	dam^3	m^3	dm^3	cm^3	mm^3
			69,	530		

Lê-se: 69 metros cúbicos e 53 decímetros cúbicos

Exemplos 14: Leia a seguinte medida: $0,0047 \text{ dm}^3$

km^3	hm^3	dam^3	m^3	dm^3	cm^3	mm^3
			0,	004	700	

Lê-se: 6400 centímetros cúbicos

Conversão de unidades de volume do sistema métrico

Cada unidade de volume é 1000 vezes maior que a unidade de volume imediatamente inferior. Para fazer a conversão, sendo conhecidos os valores das unidades, basta multiplicá-los ou dividi-los por 10^3 , 10^6 , 10^9 , ...

Exemplo 15: Converter $625,3 \text{ cm}^3$ em dm^3

$$625,3 \text{ cm}^3 = 625,3 \times 1 \text{ cm}^3 = 625,3 \times \frac{1}{10^3} \text{ dm}^3 = \frac{625,3}{10^3} \text{ dm}^3 = 0,6253 \text{ dm}^3$$

Move-se a vírgula três casas para a esquerda

Exemplo 16: Transformar $3,5 \text{ m}^3$ para dm^3

$$3,5 \text{ m}^3 = 3,5 \times 10^3 \text{ dm}^3 = 3500 \text{ dm}^3$$

Move-se a vírgula três casas para a direita

Exemplo 17: Converter 22135 mm^3 em dm^3

$$22135 \text{ mm}^3 = 22135 \times 1 \text{ mm}^3 = 22135 \times \frac{1}{10^6} \text{ m}^3 = \frac{22135}{10^6} \text{ m}^3 = 0,022135 \text{ m}^3$$

Move-se a vírgula seis casas para a esquerda

Unidades de volume do sistema inglês

As unidades de medidas de volumes do sistema inglês são: a jarda cúbica, o pé cúbico e a polegada cúbica.

Observações:

- 1 jarda cúbica = 27 pés cúbicos
- 1 pé cúbico = 1798 polegadas cúbicas

Raiz Cúbica

O cálculo da raiz cúbica surge quando se tem o volume de um cubo e se deseja saber a medida da aresta desse cubo.

A fórmula que se dá o volume de um cubo é $V = a^3$, onde V é o volume e a é a aresta.

Exemplo 18: Pretende-se construir um tanque em forma cúbica, que tenha capacidade para 27 litros.

Como 27 litros são 27 dm^3 , a raiz cúbica de 27 é 3, pois $3^3 = 27$.

Logo, o reservatório deve ter aresta de 3 dm ou 30 cm

MEDIDAS DE CAPACIDADE

Importância das medidas de capacidade

A quantidade de líquido é igual ao volume interno de um recipiente. Afinal, quando enchamos o recipiente, o líquido assume a forma do mesmo. A capacidade, portanto, é o volume interno de um recipiente.

Unidades de medidas de capacidade do sistema métrico

A unidade fundamental de capacidade é o Litro (l), que corresponde à capacidade de um cubo que possui 1 dm de aresta. Portanto, $1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$.

Tabela 5 – Múltiplos e Submúltiplos do Litro

MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS DO LITRO		
Nome	Símbolo	Fator pelo qual a unidade é multiplicada
quilolitro	kl	10^3 l
hectolitro	hl	10^2 l
decalitro	dal	10 l
litro	l	1 l
decilitro	dl	10^{-1} l
centilitro	cl	10^{-2} l
mililitro	ml	10^{-3} l

Fonte: Sistema Internacional de Medidas (SI)

Conversão das medidas de capacidade do sistema métrico

Cada unidade de capacidade é 10 vezes maior que a unidade de capacidade imediatamente inferior. Para fazer a conversão, basta conhecer os valores das unidades e multiplica-los ou dividi-los por 10, 10^2 , 10^3 , ...

Observações:

- 1 litro = 1 dm^3
- 1 mililitro = 1 cm^3
- 1 quilolitro = 1 m^3

Exemplos 19: Leia a seguinte medida: 3,427 dal.

kl	hl	dal	l	dl	cl	ml
		3,	4	2	7	

Lê-se: 3 decalitros e 427 centilitros.

MEDIDAS DE MASSA

Importância das medidas de Massa

Observe a distinção entre os conceitos de peso e massa:

Massa: É a quantidade de matéria que um corpo possui, sendo portanto, constante em qualquer lugar do universo;

Peso: O peso de um corpo é a força com que esse corpo é atraído (gravidade), para o centro da Terra. Varia de acordo com o local em que o corpo se encontra.

Por exemplo: a massa de um homem na Terra ou na Lua tem o mesmo valor. O peso, no entanto, é seis vezes maior na Terra do que na Lua.

Explica-se esse fenômeno, pelo fato de que a gravidade terrestre é seis vezes superior à gravidade lunar.

Embora, o peso de um corpo seja rigorosamente diverso de sua massa, a balança, instrumento usado para determinar a massa, dá a esta, o valor de peso.

Deparamo-nos com essa denominação errônea no dia-a-dia, nas mais diversas situações, quer seja nos supermercados, nas feiras livres, no comércio em geral, a aferição nos produtos figura em peso e não massa.

Unidades de medidas de massa do sistema métrico

A unidade fundamental da massa é o quilograma (kg), que corresponde ao peso do protótipo internacional do quilograma de platina iridiada que foi sancionado pela 1ª Conferência Geral de Pesos e Medidas e que se encontra depositado na Repartição Internacional de Pesos e Medidas em Paris, capital da França.

O quilograma (kg) é a massa de 1 dm³ de água destilada à temperatura de 4° C.

Observação: A palavra grama, empregada no sentido de “unidade de medida de massa de um corpo” é um substantivo masculino. Assim, 200 g, lê-se: Duzentos gramas.

Apesar de o quilograma ser a unidade fundamental de massa, utilizamos na prática o grama, como unidade principal de massa.

Tabela 6 – Múltiplos e Submúltiplos do Grama

MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS DO GRAMA		
Nome	Símbolo	Fator pelo qual a unidade é multiplicada
quilograma	kg	10^3 g
hectograma	hg	10^2 g
decagrama	dag	10 g
grama	g	1 g
decigrama	dg	10^{-1} g
centigrama	cg	10^{-2} g
miligrama	mg	10^{-3} g

Fonte: Sistema Internacional de Medidas (SI)

Conversão de medidas de massa do sistema métrico

Cada unidade de massa é 10 vezes maior que a unidade de massa imediatamente inferior. Para fazer a conversão, basta conhecer os valores das unidades e multiplica-los ou dividi-los por 10, 10^2 , 10^3 , ...

Observações:

- 1 decagrama = 10 g
- 1 grama = 10 dg
- 1 arroba = 15 kg = 15×10^3 g
- 1 tonelada = 10^3 kg = 10^6 g
- 1 megaton = 10^3 toneladas = 10^6 kg = 10^9 g

- 1 quilate = 2×10^{-1} g

Exemplo 20: Leia a seguinte medida: 83,517 hg

kg	hg	dag	g	dg	cg	mg
8	3,	5	1	7		

Lê-se: 83 hectogramas e 517 decigramas

Exemplo 21: Leia a seguinte medida: 0,045 g

kg	hg	dag	g	dg	cg	mg
			0,	0	4	5

Lê-se: 45 miligramas

Observe a distinção entre os conceitos de peso bruto e peso líquido:

Peso bruto: é o peso do produto com a embalagem

Peso líquido: é o peso somente do produto

Peso específico: o peso específico de uma substância é o peso da unidade de volume da substância.

Quando se diz que o peso específico do alumínio é 2,6; isto quer dizer que 1 dm^3 dessa substância pesa 2,6 g.

Tabela 7 – Pesos Específicos

PESOS ESPECÍFICOS (g/cm^3)	
Material	Peso Específico
óleo mineral	0,9
água	1,0
alumínio	2,6
zinco	7,0
ferro fundido	7,2
ferro forjado	7,8

aço	7,9
latão	8,5
bronze	8,6
cobre	8,8
chumbo	11,3

Fonte: Sistema Internacional de Medidas

As conversões mais frequentes são: as conversões de quilogramas em toneladas e vice-versa e de gramas em quilogramas e vice-versa.

Unidades de medidas de massa do sistema Inglês

As unidades de medidas de massa mais usadas do sistema inglês são: a libra e a onça.

Observação:

- 1 libra = 16 onças = 453,59 g
- 1 onça = 28,3495 g

MEDIDAS DE TEMPO

Importância das medidas de tempo

É comum, em nosso dia-a-dia, perguntas como:

- Qual o tempo gasto em uma determinada viagem?
- Qual a duração de uma partida de futebol?
- Qual o melhor tempo obtido por um corredor?

Todas essas perguntas serão respondidas tomando por base uma unidade padrão de medida de tempo.

A unidade de tempo escolhida como padrão no Sistema Internacional (SI) é o segundo.

O Sol foi o primeiro relógio do homem: o intervalo de tempo natural decorrido entre as sucessivas passagens do Sol sobre um dado meridiano dá origem ao dia solar.

O segundo (s) é o tempo equivalente a $\frac{1}{86.400}$ do dia solar médio.

As medidas de tempo, não pertencem ao sistema métrico decimal.

Tabela 8 – Múltiplos e Submúltiplos do Segundo

MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS DO SEGUNDO		
Nome	Símbolo	Fator pelo qual a unidade é multiplicada
dia	d	24 h = 86.400 s
hora	h	60 min = 3.600 s
minuto	min	60 s
segundo	s	1 s
décimo de segundo	-	10^{-1} s
centésimo de segundo	-	10^{-2} s
milésimo de segundo	-	10^{-3} s

Fonte: Sistema Internacional de Medidas

Tabela 9 – Outras unidades de medida de tempo

OUTRAS IMPORTANTES UNIDADES DE MEDIDA DE TEMPO	
mês comercial	30 dias
ano comercial	360 dias
ano normal	365 dias
ano bissexto	366 dias
semana	7 dias
quinzena	15 dias
bimestre	2 meses
trimestre	3 meses
quadrimestre	4 meses
semestre	6 meses
biênio	2 anos
quinquênio	5 anos
década	10 anos
século	100 anos
milênio	1000 anos

Fonte: A autoria própria

Observação:

Nunca se deve escrever, por exemplo, 1,25 h como forma de representar 2 h 25 min, pois o sistema de medidas de tempo não é decimal. Se assim o fizermos, estamos representando na verdade, 2 h 15 min, já que, 0,25 h equivale a $\frac{1}{4}$ de h, que corresponde a 15 min.

CONSIDERAÇÕES

Após ter sido feita uma abordagem geral de diversos aspectos das medições e dos sistemas de medidas no âmbito da metrologia ao longo deste trabalho de pesquisa, cujo teor principal, foi buscar a contextualização de situações do cotidiano, bem como enfatizar a aplicabilidade de conhecimentos matemáticos nestas situações, foram realizados com êxito os seguintes objetivos:

- A história das medições bem como o uso dos instrumentos de medições é mais antiga do que imaginávamos, e o seu surgimento, segundo trechos bíblicos, vem desde o tempo de Noé;
- A importância da medição como fator determinante para o surgimento da Matemática, que se originou com a necessidade de medir;
- O metro, antes da atual definição do INMETRO, teve várias outras definições, as quais foram descartadas por não acompanharem o desenvolvimento da ciência;
- A metrologia tem grande importância em nossas vidas, através da garantia de qualidade e competitividade no comércio, alta precisão e garantia na saúde;
- A metrologia como um dos itens fundamentais na garantia da qualidade de produtos, processos e serviços, como fator determinante para melhorar as condições de desenvolvimento e competitividade de um país;
- A metrologia no contexto industrial como a tecnologia que fundamenta as atividades de controle e de garantia de qualidade dos produtos e dos processos produtivos;
- A importância da inclusão da Matemática nos problemas do cotidiano, especialmente nas medições;
- Apresentação de alguns instrumentos de medições, mostrando que seu uso está atrelado à aplicações matemáticas e também na resolução de problemas que envolvam medições;
- Conceitos das unidades fundamentais de medidas do sistema métrico decimal, fazendo uma breve abordagem do contexto histórico, além de estabelecer técnicas que possibilite convertê-las em seus respectivos múltiplos e submúltiplos;
- Contextualização e destaque da importância das unidades de medidas de comprimento, superfícies, volume, capacidade, massa e tempo. Fazendo algumas observações sobre as unidades de tempo que não pertencem ao sistema métrico decimal.

REFERÊNCIAS

AABOE, A. *Episódios da história antiga da Matemática*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Matemática, 1984.

ANDRADE, MARIA MARGARIDA DE. *Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação*; Maria Margarida de Andrade. – 10. Ed. – São Paulo: atlas, 2010.

AUSUBEL, D. P. *A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

BASSANEZI, R. C. - “*Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*”. Editora Contexto, São Paulo, 2002.

BIANCHINI, Edwaldo & PACCOLA, Herval. *Curso de Matemática*. São Paulo, Moderna 2002.

CASSILAS, A. L. *Tecnologia da Medição*. São Paulo, Artegráfica 1971.

DANTE, Luiz Roberto; *Matemática contexto & aplicações*. São Paulo, Ática 2003.

INMETRO, *Vocabulário de metrologia legal*. Ed. 2ª, Brasília – 2000. Apostila – *Metrologia SENAI*

INMETRO, *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*. Ed. 2ª, Brasília – 2000.

MANYR, A. Japor. *Matemática Industrial*. São Paulo Lep 1959.

TELECURSO 2000, *curso profissionalizante: mecânica e metrologia*. FIESP/ CIESP/ SENAI/ SENAI/ IRS. Fundação Roberto Marinho. Editora Globo.

VASCONCELOS, F. de A. *História das Matemáticas na Antiguidade*. Lisboa, Diário de notícias.

