

Fundamentos de Metrologia Legal

Marcos Senna

Diretoria de Metrologia Legal do Inmetro

Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML)

Organização intergovernamental fundada em 1955.

Composta por 57 Estados Membros (países que participam ativamente dos comitês técnicos) e 57 Membros Correspondentes (países que participam como observadores).

O Brasil é Estado Membro desde 1983.

Objetivo da OIML: promover a harmonização global dos procedimentos de metrologia legal.

Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML)

A OIML desenvolveu uma estrutura técnica mundial que provê aos seus membros guias metrológicos para a elaboração de regulamentos nacionais que especificam requisitos a serem atendidos na fabricação e no uso de instrumentos de medição que se enquadrem no escopo da metrologia legal.

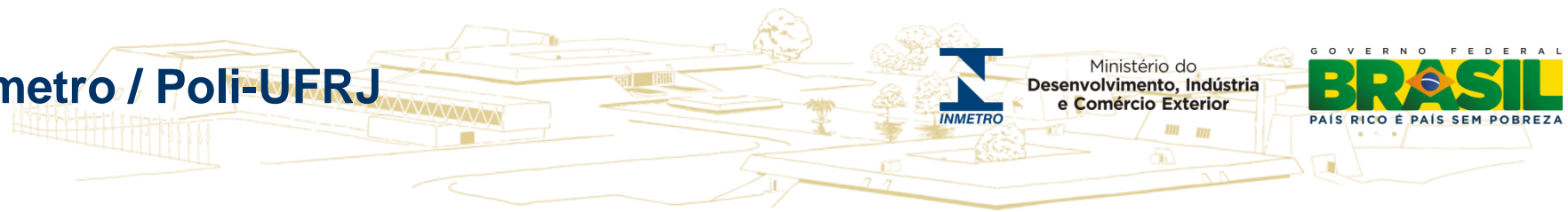
De acordo com dados de 2007 do Banco Mundial, os membros da OIML representavam 96% da economia global.

Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML)

Comitês e subcomitês técnicos da OIML:

A OIML desenvolve documentos técnicos denominados Recomendações Internacionais que servem como modelos de regulamentação para os seus membros. A OIML também desenvolve outras publicações, denominadas de Documentos Internacionais, Vocabulários e Guias.

As publicações da OIML são elaboradas por 18 comitês e 46 subcomitês técnicos.



Comitês e subcomitês técnicos da OIML

CT 1 – Terminologia

CT 2 – Unidades de medida

CT 3 – Controle metrológico

CT 4 – Dispositivos para verificação e calibração de instrumentos de medição

CT 5 – Requisitos gerais para instrumentos de medição

CT 6 – Produtos pré-medidos

CT 7 – Instrumentos de medição de comprimento e grandezas associadas

CT 8 – Medição de fluidos

CT 9 – Instrumentos de medição de massa e de massa específica

Comitês e subcomitês técnicos da OIML

- CT 10 – Instrumentos de medição de pressão, força e grandezas associadas**
- CT 11 – Instrumentos de medição de temperatura e grandezas associadas**
- CT 12 – Instrumentos de medição de grandezas elétricas**
- CT 13 – Instrumentos de medição para acústica e vibrações**
- CT 14 – Instrumentos de medição utilizados em óptica**
- CT 15 – Instrumentos de medição de radiações ionizantes**
- CT 16 – Instrumentos de medição de poluentes**
- CT 17 – Instrumentos para medições físico-químicas**
- CT 18 – Instrumentos de medição médicos.**

Definição de Metrologia Legal

BIPM (Bureau International de Pesos e Medidas)

A metrologia legal é a metrologia que assegura a qualidade e a credibilidade das medições que são usadas diretamente em áreas regulamentadas e no comércio. A metrologia legal lida com rastreabilidade, mas também com os riscos de uso incorreto, de fraude e de acidentes a que estão sujeitos os instrumentos de medição.

Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal (VIML)

Metrologia legal

Parte da metrologia relacionada às atividades resultantes de exigências obrigatórias, referentes às medições, unidades de medida, instrumentos de medição e métodos de medição, e que são desenvolvidas por organismos competentes.

A *Metrologia Legal* tipicamente se ocupa de *instrumentos de medição* e de *produtos pré-medidos*.

Os instrumentos de medição alvo da metrologia legal são aqueles usados:

Para transações comerciais: balanças, bombas de combustível, taxímetros, medidores de água, de energia elétrica e de gás.

Na prática médica: esfigmomanômetros, termômetros clínicos, eletroencefalógrafos, eletrocardiógrafos.

Para o monitoramento ambiental: medidores de gases de exaustão veicular, opacímetros, cromatógrafos.

Na segurança das pessoas: etilômetro, medidores de velocidade de veículos automotivos, cronotacógrafos.

Garantia metrológica

É o conjunto de regulamentos, meios técnicos e operações necessárias para garantir a credibilidade dos resultados de medição em metrologia legal.

Controle metrológico legal

Conjunto de atividades de metrologia legal, visando a garantia metrológica.

O controle metrológico legal compreende:

- *O controle legal dos instrumentos de medição.*
- *Supervisão metrológica.*
- *Perícia metrológica.*

Controle legal dos instrumentos de medição

- 1) *Apreciação técnica de modelo;*
- 2) *Verificação (inicial, periódica, após reparo).*

Apreciação técnica de modelo

Consiste de um conjunto de ensaios e exames realizados num protótipo de instrumento de medição, visando determinar se o modelo atende a requisitos estabelecidos em regulamentos técnicos.

Verificação de um instrumento de medição

Procedimento que compreende o exame, a marcação e/ou a emissão de um certificado de verificação e que constata e confirma que o instrumento de medição satisfaz às exigências regulamentares .

Supervisão metrológica

Controle realizado na fabricação, na importação, na instalação, na utilização, na manutenção e no reparo de instrumentos de medição, visando comprovar se esses instrumentos são utilizados de maneira correta, no que se refere à observância das leis e dos regulamentos metrológicos.

Supervisão metrológica: áreas-alvo (OIML D9):

- 1) *Uso de unidades de medida legais;***
- 2) *Vigilância do sistema da qualidade do fabricante;***
- 3) *Vigilância do mercado de instrumentos de medição e de produtos pré-medidos;***
- 4) *Vigilância de instrumentos de medição em serviço;***
- 5) *Reparo e instalação de instrumentos de medição.***

Inspeção de um instrumento de medição

Exame de um instrumento de medição para constatar todos ou alguns dos seguintes itens:

- 1) a marca de verificação e / ou o certificado de verificação é válido;**
- 2) nenhuma marca de selagem foi danificada;**
- 3) após a verificação o instrumento não sofreu modificações evidentes;**
- 4) seus erros não ultrapassam os erros máximos admissíveis em serviço.**

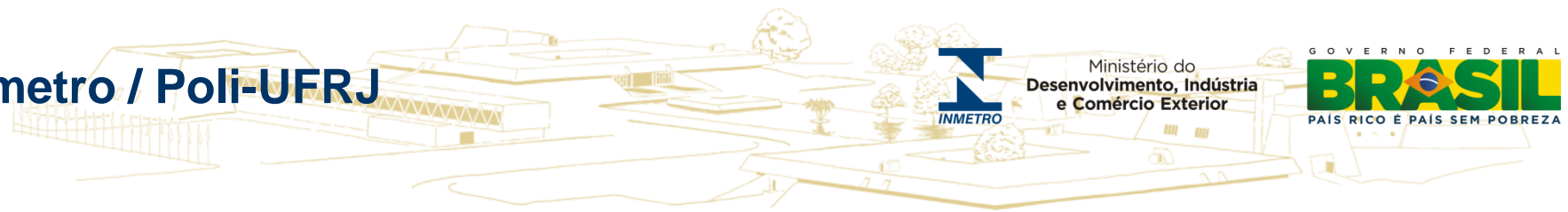
Perícia metrológica

Conjunto de operações que tem por finalidade examinar e demonstrar as condições de um instrumento de medição e determinar suas características metrológicas de acordo com as exigências regulamentares aplicáveis.

Documentos e marcas de metrologia legal

Lei de metrologia

Atos legais e regulamentos que têm por objetivo definir as unidades de medida legais e estabelecer a estrutura organizacional dos programas e atividades de metrologia legal.



Regulação, Regulamentação e Normalização

Guia Brasileiro de Boas Práticas de Regulamentação, publicado pelo Sistema Nacional de Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro), pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro) e pelo Comitê Brasileiro de Regulamentação (CBR).

Regulação

Adoção de atos normativos por meio dos quais os órgãos governamentais estabelecem exigências que devem ser cumpridas pelos agentes econômicos e/ou cidadãos.

NOTA:

São atos normativos as leis, os decretos, as resoluções, as portarias, os regulamentos, as instruções normativas e demais atos mandatórios emanados das entidades públicas que detêm competência para editá-los.

Regulamento Técnico

Documento que enuncia as características de um produto ou os processos e métodos de produção a ele relacionados, incluídas as disposições administrativas aplicáveis, cujo cumprimento é obrigatório. Pode tratar parcial ou exclusivamente de terminologia, símbolos e requisitos de embalagem, marcação ou rotulagem aplicáveis a um produto, serviço, bens, pessoas, processo ou método de produção.

Um regulamento técnico pode ser complementado por diretrizes técnicas, estabelecendo alguns meios para obtenção da conformidade com os requisitos do regulamento, isto é, alguma prescrição julgada satisfatória para obter conformidade.

Os regulamentos técnicos são documentos de caráter obrigatório, emitidos por uma autoridade com mandato para tal, que estabelecem requisitos para produtos, serviços, bens, processos, competências de pessoas ou seus resultados.

Podem incluir exigências acerca de:

- Métodos e processos;
- Aspectos relacionados com produtos, serviços, processos, bens, ou competências de pessoas: terminologia, rotulagem, procedimentos para verificar ou demonstrar a conformidade, etc.

Pela sua própria natureza, a regulamentação técnica afeta diretamente os tipos de produtos, serviços, bens e processos que podem ser fornecidos num determinado mercado.

Elaboração de um regulamento técnico

A elaboração de um regulamento técnico deve ser um processo sistematizado, envolvendo diversas etapas, balizadoras da sua melhor concepção.

Especial atenção deve ser dada à participação das partes e segmentos interessados, envolvendo-os nas discussões desde as etapas iniciais do processo seja visando a sua efetiva contribuição na elaboração da regulamentação, seja para consolidar apoio, seja para legitimar a sua adoção.

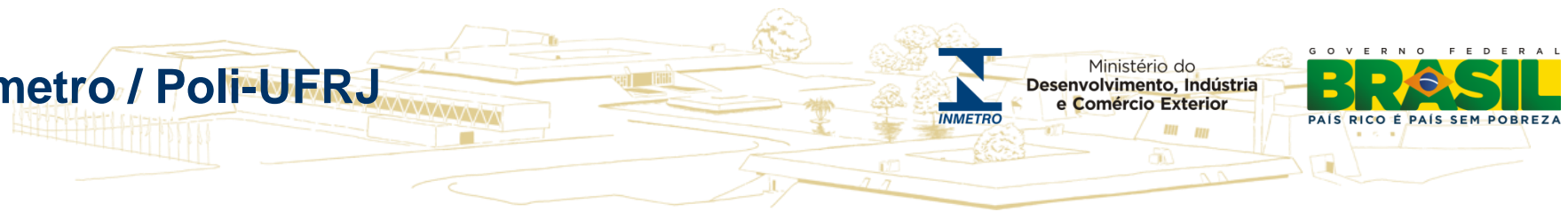
Questões que um regulamento técnico deve responder:

- 1) Todas as opções para resolver o problema foram consideradas?
- 2) Foi considerada a concepção e implementação da regulamentação técnica em estudo?
- 3) Foi considerada a elaboração de regulamentos técnicos baseados em desempenho?
- 4) Foram levadas em conta as obrigações, as normas e as diretrizes internacionais?
- 5) Foram consideradas medidas para revisar e monitorar a implementação da regulamentação?
- 6) Foi realizada consulta às partes interessadas?
- 7) Foi definido como se dará o acompanhamento no mercado dos produtos, serviços, bens, processos ou pessoas regulamentados?

Norma técnica

Documento estabelecido por consenso e emitido por um organismo reconhecido, que fornece, para uso comum e repetido, regras, diretrizes ou características para produtos, serviços, bens, pessoas, processos ou métodos de produção, cujo cumprimento não é obrigatório. Pode também tratar de terminologia, símbolos, requisitos de embalagem, marcação ou rotulagem aplicáveis a um produto.

As normas técnicas devem basear-se em resultados consolidados da ciência, tecnologia e experiência, visando à otimização de benefícios para a sociedade.



Organismos de normalização

ABNT

IEC

ISO

AFNOR

DIN

IRAM

ANSI

AENOR

SCC

AMN

CEN

UNI

IPQ

COPANT

BSI

Regulamentação técnica e normalização técnica

Os regulamentos técnicos podem estabelecer em detalhes as características técnicas exigidas para os produtos, estabelecer os métodos de ensaio e outros requisitos técnicos necessários à aplicação do regulamento ou então recorrer às normas técnicas com esse fim.

Cabe ao órgão regulamentador decidir se convém utilizar ou não normas.

O regulamento técnico pode utilizar uma ou mais normas técnicas como base para os seus requisitos, ou parte deles, e estabelecer diretamente outros que não estejam cobertos pelas normas técnicas.

Estrutura da Metrologia Legal no Brasil

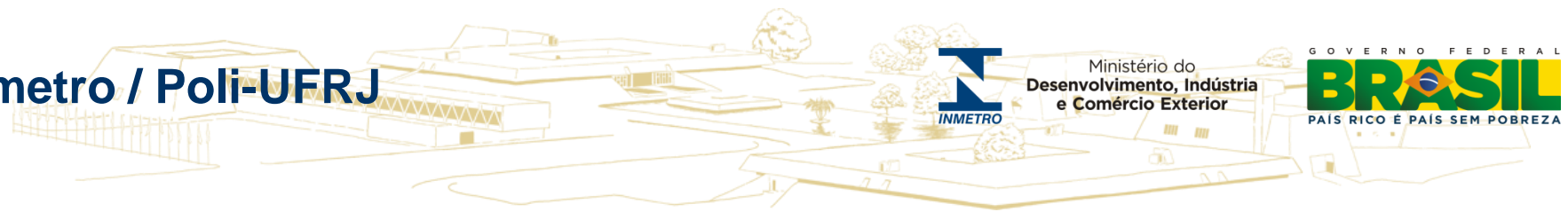
Os atos normativos de metrologia legal possuem abrangência nacional: aplicam-se aos 26 estados e ao Distrito Federal.

Controle legal de instrumentos:

Apreciação técnica de modelo: realizada pela Diretoria de Metrologia Legal do Inmetro (Dimel).

Verificação (inicial e subsequente): realizada principalmente pela Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade (RBMLQ-I).

No modelo clássico, a verificação inicial e a verificação subsequente (periódica, após reparo e por solicitação do usuário ou proprietário) são realizadas pelos órgãos da RBMLQ-I.



Modelo brasileiro de metrologia legal

Supervisão metrológica

Modelo alternativo: para certos instrumentos de medição, algumas operações do controle legal podem ser substituídas por atividades de supervisão metrológica.

Modelo brasileiro de metrologia legal

Supervisão metrológica

Autoverificação e Postos de Ensaio Autorizados

Autoverificação: alternativa à verificação inicial.

Aplica-se a fabricantes e importadores de:

- 1) Medidores de eletricidade, de água e de gás;
- 2) Esfigmomanômetros;
- 3) Cronotacógrafos.

Posto de Ensaio Autorizado (PEA): executa a verificação após reparo de medidores de energia elétrica, de água e de gás.

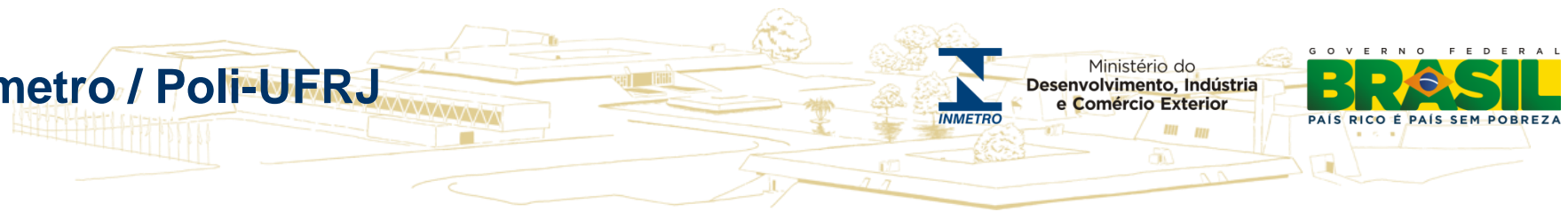
Aplica-se a empresas distribuidoras dessas utilidades.

Modelo brasileiro de metrologia legal

Supervisão metrológica

A autorização para um fabricante ou importador realizar autoverificação ou para uma distribuidora atuar como Posto de Ensaio Autorizado (PEA) é dada pela Dimel.

As auditorias de supervisão são coordenadas pela Dimel.



Modelo brasileiro de metrologia legal

Supervisão metrológica

O modelo clássico de supervisão metrológica também realiza a *vigilância do mercado de instrumentos de medição e de produtos pré-medidos* e a *vigilância de instrumentos de medição em serviço*, que são executadas principalmente pelos órgãos da RBMLQ-I.

Competências da Diretoria de Metrologia Legal

- I. Orientar, planejar, dirigir, coordenar e controlar a execução de atividades no âmbito da metrologia legal;**
- II. Propor projetos de regulamentos técnicos;**
- III. Propor programas de formação e aperfeiçoamento de recursos humanos em metrologia legal;**
- IV. Especificar os requisitos que os modelos de instrumentos de medição deverão atender, examinando-os, definindo-os e aprovando-os;**
- V. Enunciar os requisitos e especificações que os produtos pré-medidos deverão atender;**
- VI. Estabelecer as especificações de equipamentos, padrões e instalações a serem utilizados pelos órgãos executores das atividades operacionais de metrologia legal;**
- VII. Participar de fóruns internacionais e regionais relacionados às atividades de metrologia legal.**

Exemplo

Regulamento técnico metrológico sobre etilômetros

- OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO:

Este Regulamento Técnico Metrológico estabelece as condições mínimas que devem ser observadas pelos etilômetros portáteis e não portáteis usados com fins probatórios no âmbito da fiscalização de trânsito, para a determinação da concentração de etanol no ar expirado, pelos condutores de veículos.

Os etilômetros destinam-se a medir a concentração de álcool encontrada no ar expirado, correspondente à massa de álcool por litro de ar pulmonar profundo.

TERMINOLOGIA:

Etilômetro: instrumento que mede a concentração de etanol pela análise de ar pulmonar profundo, utilizável para fins probatórios.

Ar pulmonar profundo: ar expirado pela boca de um indivíduo, originário dos alvéolos pulmonares, também chamado de ar expirado final.

- UNIDADE DE MEDIDA:

mg/L (miligrama de álcool por litro de ar expirado).

REQUISITOS METROLÓGICOS:

Erros máximos admissíveis:

- Na apreciação técnica de modelo e na verificação inicial.
- Na verificação subsequente e na inspeção em serviço.

Repetitividade:

O desvio padrão para todas as concentrações menores do que 0,400 mg/L deve ser menor do que 0,007 mg/L.

O desvio padrão relativo... (*demais requisitos*)

Deriva (drift):

Deriva de zero.

Deriva na concentração de 0,300 mg/L.

Deriva de curto prazo.

Deriva de longo prazo.

Histerese.

Grandezas de influência:

Fatores de influência nos parâmetros que caracterizam os gases utilizados nos ensaios.

Fatores físicos de influência.

Fatores fisiológicos de influência.

Perturbações físicas.

Fatores físicos de influência

Tensão de alimentação CA.

Frequência de alimentação.

Ondulação em tensão CC.

Temperatura ambiente.

Umidade relativa ambiente.

Pressão atmosférica.

Fração volumétrica de hidrocarbonetos no ambiente.

Fatores fisiológicos de influência

Substâncias interferentes:

Acetona.

Acetaldeído.

Metanol.

Isopropanol.

Tolueno.

Acetato de etila.

Metano.

Éter dietílico.

Perturbações físicas

Vibração.

Choque mecânico.

Descarga eletrostática.

Campo eletromagnético.

Campo magnético.

Armazenamento.

Abalo.

Redução de tensão.

Correntes parasíticas e perturbações da rede.

Alimentação em corrente contínua.

Controle metrológico legal de produtos pré-medidos

DEFINIÇÕES (Portaria Inmetro N° 157/2002)

Pré-Medido

É todo produto embalado e medido sem a presença do consumidor e em condições de comercialização.

Conteúdo Nominal ou conteúdo Líquido (Q_n)

É a quantidade do produto declarada na rotulagem da embalagem, excluindo a mesma e qualquer outro objeto acondicionado com esse produto.

Peso Drenado

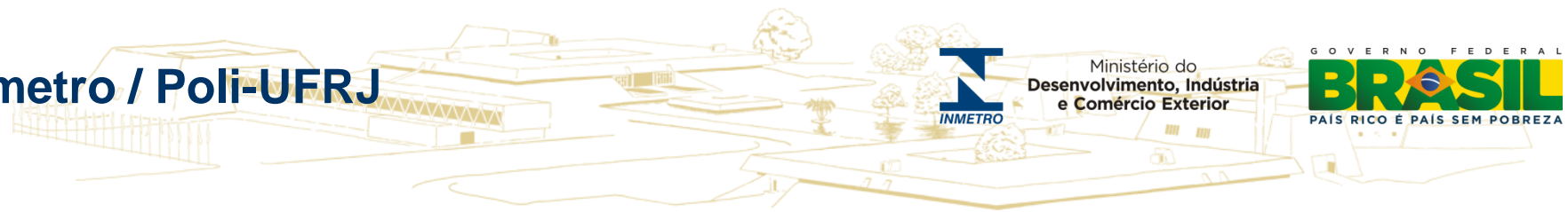
É a quantidade do produto declarada na rotulagem da embalagem, excluindo a mesma e qualquer líquido, solução, caldo, vinagres, azeites, óleos e sucos de frutas e hortaliças, de acordo com a regulamentação vigente.

Rotulagem

É toda inscrição, legenda, imagem ou toda matéria descritiva ou gráfica que seja escrita, impressa, estampada, gravada, gravada em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem.

Vista Principal

Área visível em condições usuais de exposição onde estão escritas em sua forma mais relevante a denominação de venda, a marca e/ou o logotipo, se houver.



DEFINIÇÕES (Portaria Inmetro N° 248/2008)

Produto pré-medido de conteúdo nominal igual

É todo produto embalado e medido sem a presença do consumidor, com conteúdo nominal igual e predeterminado na embalagem durante o processo de fabricação.

Conteúdo efetivo

É a quantidade de produto realmente contida no produto pré-medido.

Tolerância individual (T)

É a diferença tolerada para menos, entre o conteúdo efetivo e o conteúdo nominal.

DEFINIÇÕES (Portaria Inmetro N° 248/2008)

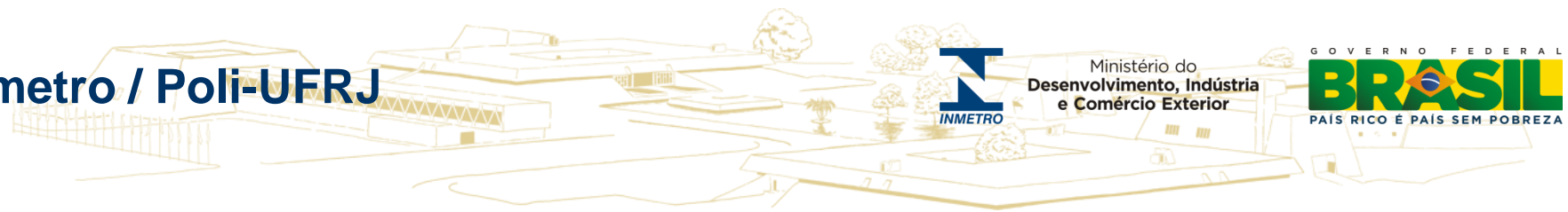
Lote

Na fábrica:

É o conjunto de produtos de um mesmo tipo, processados por um mesmo fabricante, ou fracionados em um espaço de tempo determinado, em condições essencialmente iguais. Considera-se espaço de tempo determinado, a produção de uma hora, sempre que as quantidades de produto sejam iguais ou superiores a 150 unidades.

No depósito:

No depósito considera-se lote todas as unidades de um mesmo tipo de produto, sempre que a quantidade de produto for superior a 150.



DEFINIÇÕES (Portaria Inmetro N° 248/2008)

Lote

No ponto de venda:

No ponto de venda considera-se lote todas as unidades de um mesmo tipo de produto, sempre que a quantidade de produto for igual ou superior a 9.

Amostra do lote

É a quantidade de produtos pré-medidos retirados aleatoriamente do lote e que será efetivamente verificada.

Critérios para aprovação de lote de produtos pré-medidos:

- 1) Critério da média
- 2) Critério individual

Critério da média

$$x \geq Q_n - kS$$

x é a média aritmética da amostra de tamanho n .

Q_n é o conteúdo nominal do produto.

k é um fator que depende do tamanho da amostra e do intervalo de confiança (99,5 % no caso de produtos pré-medidos).

S é o desvio padrão amostral.

Critério individual

É admitido um máximo de c unidades na amostra com conteúdo efetivo abaixo de $Q_n - T$.

Aprovação do lote:

O lote é aprovado somente se os dois critérios forem simultaneamente satisfeitos.

Portaria Inmetro Nº 248/2008

Tabela I: Tolerâncias Individuais Permitidas

Conteúdo Nominal (Qn) em g, mL ou cm ³	T	
	Percentual de Qn	g, mL ou cm ³
0 a 50	9	-
50 a 100	-	4.5
100 a 200	4.5	-
200 a 300	-	9
300 a 500	3	-
500 a 1000	-	15
1000 a 10000	1.5	-
10000 a 15000	-	150
≥ 15000	1	-

Portaria Inmetro N° 248/2008

Tabela II: Amostra para controle

Tamanho do lote	Tamanho da amostra (n)	Critério para aceitação da média	Critério para aceitação individual (c) (máximo de defeituosos abaixo de $Q_n - T$)
9 a 25	5	$X \geq Q_n - 2,059.S$	0
16 a 50	13	$X \geq Q_n - 0,847.S$	1
51 a 149	20	$X \geq Q_n - 0,640.S$	1
150 a 4000	32	$X \geq Q_n - 0,485.S$	2
4001 a 10000	80	$X \geq Q_n - 0,295.S$	5