

A querida Kilinha,
mais este "livrêco"
do seu Bisuto

29.1.42

UNIDADES
E
MEDIDAS

210-
R

1145

Serie 4-A ★

INICIAÇÃO TÉCNICO - PROFISSIONAL
BIBLIOTECA PEDAGÓGICA BRASILEIRA

★ Vol. 4

EUCLIDES ROXO

Catedrático de Matemática do Colégio Pedro II

UNIDADES
E
MEDIDAS

★

GEMAT
DIGITALIZADO

COMPANHIA EDITORA NACIONAL

Rua dos Gusmões, 639 — São Paulo

1941

Serie 4-A ★

INICIAÇÃO TÉCNICO - PROFISSIONAL
BIBLIOTECA PEDAGÓGICA BRASILEIRA

★ Vol. 4

EUCLIDES ROXO

Catedrático de Matemática do Colégio Pedro II

UNIDADES
E
MEDIDAS

★

COMPANHIA EDITORA NACIONAL
Rua dos Gusmões, 639 — São Paulo

1941

OBRAS DO PROF. EUCLIDES ROXO:

A Matemática na Educação Secundária — (Editora Nacional, 1937).

Lições de Aritmética — (Livraria Alves).

Curso de Matemática Elementar — (1.ª série) (esgotado).

Curso de Matemática Elementar — (2.ª série) (esgotado).

Curso de Matemática — 3.ª série — Geometria.

Com a colaboração dos Profs. Júlio Cesar Melo e Sousa e Cecil Thiré:

Curso de Matemática — (1.ª, 2.ª, 3.ª, 4.ª e 5.ª séries)

ÍNDICE

1.ª PARTE GRANDEZAS — MEDIDAS

UNIDADES LEGAIS ..	9	37.	Relação entre unidades de volume	44
Generalidades	11	38.	1.ª Unidade legal	45
1. Definição de grandeza	11	41.	Múltiplos e submúltiplos usuais	46
2. As diferentes espécies de grandeza	11	43.	Mudança de unidade	46
3. Classificação das grandezas ..	12	45.	2.ª Unidade legal	49
4. Medição das grandezas	13	48.	Múltiplos e submúltiplos usuais	50
5. Medição direta e indireta ..	13	50.	Mudança de unidade	50
6. Grandezas elementares	14	Ângulo plano	51	
7. Unidades fundamentais absolutas	14	51.	1.ª Unidade legal	51
7a. Unidades fundamentais brasileiras	14	54.	Múltiplos e submúltiplos usuais	52
8. Grandezas compostas	15	55.	Mudança de unidade	52
9. Unidades derivadas	16	56.	2.ª Unidade legal de ângulo	52
9a. Equações de definição das unidades derivadas	16	59.	Múltiplos e submúltiplos usuais	53
9b. Dimensões das grandezas físicas. Equações dimensionais ..	17	60.	Mudança de unidade	53
10. Sistema C. G. S. Systema M. K. S. e M. T. S.	19	61.	3.ª Unidade legal de ângulo	58
12. Múltiplos e submúltiplos das unidades legais	20	64.	Problema: passagem de uma unidade legal para outra unidade legal	58
14. Comprimento	21	Ângulo sólido	63	
Unidade legal de comprimento	23	Tempo	63	
15. Definição do metro	23	68.	Unidade legal	63
16. Múltiplos e submúltiplos usuais do metro	24	71.	Múltiplos usuais	64
17. Observações	25	72.	Mudança de unidade	66
18. Notas	25	Velocidade	66	
19. Mudança de unidade	27	73.	Unidade legal	66
20. Unidades micrométricas	29	76.	Múltiplos e submúltiplos usuais	67
21. Unidades itinerárias	29	78.	Mudança de unidade	67
Superfície	30	Velocidade angular	68	
22. Unidade de superfície	30	79.	Unidade legal	68
23. Medida das superfícies	31	82.	Múltiplos e submúltiplos usuais	69
24. Relação entre as unidades de superfície	34	84.	Mudança de unidade	69
26. Unidade legal	34	Aceleração	71	
27. Múltiplos e submúltiplos usuais	35	85.	Unidade legal	71
31. Mudança de unidade	35	88.	Múltiplos e submúltiplos usuais	72
33. Unidades agrárias	39	90.	Mudança de unidade	72
34. O alqueire	40	Massa	73	
Volume	41	91.	Unidade legal	73
35. Unidades de volume	41	94.	Múltiplos e submúltiplos usuais	73
36. Medida dos volumes	42	Mudança de unidade	75	
		97.	Determinação de massas e volumes de água destilada ..	76
			Massa específica ou densidade absoluta	77

98.	Unidade legal	77
101.	Múltiplos e submúltiplos usu- ais	78
103.	Mudança de unidade	79
	Força	80
104.	1.ª Unidade legal	80
107.	Múltiplos e submúltiplos usu- ais	80
108.	2.ª Unidade legal	80
111.	Múltiplos e submúltiplos usu- ais	81
112.	Mudança de unidade	81
	Pressão	82
113.	1.ª Unidade legal	82
116.	Múltiplos e submúltiplos usu- ais	83
118.	Mudança de unidade	84
119.	2.ª Unidade legal	84
122.	Múltiplos e submúltiplos usu- ais	85
123.	3.ª Unidade legal	85
125.	4.ª Unidade legal	85
127.	Mudança de unidade	85
	Peso específico	86
128.	Unidade legal	86
131.	Múltiplos e submúltiplos usu- ais	87
133.	Mudança de unidade	88
	Trabalho mecânico e ener- gia	88
134.	1.ª Unidade legal	88
137.	Múltiplos e submúltiplos usu- ais	89
139.	Mudança de unidade	89
140.	2.ª Unidade legal	90
143.	Múltiplos e submúltiplos usu- ais	90
145.	Mudança de unidade	91
	Potência	91
146.	1.ª Unidade legal	91
149.	Múltiplos e submúltiplos usu- ais	92
151.	2.ª Unidade legal	93
154.	Mudança de unidade	93
	Momento de força	93
155.	Unidade legal	93
158.	Múltiplos e submúltiplos usu- ais	93
	Momento de inércia	95
	Diferença de temperatura	96
	Quantidade de calor	97
	Intensidade luminosa	98
	Fluxo luminoso	99
	Luminamento ou iluminância ou aclaramento	99
	Brilho superficial ou bri- lhância	100
	Radiância	100
	Convergência	101

Resistência elétrica	102
Diferença de potencial elétrico	103
Quantidade de eletricidade ..	104
Capacidade elétrica	105
Indução própria ou self-indu- ção	107
Potência elétrica	108
Trabalho elétrico	109

2.ª PARTE

UNIDADES INGLESAS

2.	Comprimento	115
6.	Unidades inglesas de área ..	117
8.	Unidades agrárias	118
10.	Unidades de volume	119
12.	Unidades comuns de capaci- dade	120
14.	Unidades de capacidade para farmacêuticos	121
15.	Unidades de massa para me- didas comuns	121
18.	Unidades de massa para pe- dras e metais preciosos	123
20.	Unidades de massa para far- macêuticos	123
	Unidades norte-americanas ..	124
20A.	Unidade inglesa de velocidade	126
20B.	Unidade inglesa força: poun- dal	126
20C.	Unidade inglesa de pressão ..	126
20D.	Unidade inglesa de massa es- pecífica ou densidade absoluta	126
20E.	Unidade inglesa de trabalho mecânico	127
20F.	Unidade inglesa de potência	127
22.	Mudança de unidade	127
24.	Conversão de unidades inglesas em unidades legais brasileiras e vice-versa	130

3.ª PARTE

REGULAMENTO DO SIS- TEMA LEGAL DE UNIDA- DES DE MEDIR

Cap. I — Do sistema legal de uni- dades de medir	137
Cap. II — Dos padrões legais	139
Cap. III — Dos tipos de medidas e instrumentos de medir	141
Cap. IV — Dos exames iniciais e das operações periódicas	143
Cap. V — Das medições e das to- lerâncias admitidas	146
Cap. VI — Dos órgãos executores ..	149

Cap. VII — Da concisão de metro- logia	150
Cap. VIII — Da delegação do exer- cício de atribuições	153
Cap. IX — Da inspeção técnica e da fiscalização metrológica ..	158
Cap. X — Do ensino de metrologia	160
Cap. XI — Do custeio dos serviços metrológicos e dos acordos de distribuição de rendas	161
Cap. XII — Das penalidades	164
Cap. XIII — Disposições gerais e transitórias	168

Quadro IV — Aparelhamento de ór- gãos metrológicos estaduais ..	174
Quadro V — Aparelhamento de ór- gãos metrológicos municipais ..	174
Tabela	175
Especificação n.º 1 — Padrão se- cundário de comprimento	175
Especificação n.º 2 — Padrão se- cundário de massa	176
Especificação n.º 3 — Padrão ter- ciário de comprimento	177
Especificação n.º 4 — Padrão ter- ciário de massa	177

O Regulamento elaborado pela douta Comissão de Metrologia, e baixado com o D. I. n.º 4257 de 16-VI-939, veio pôr fim à balburdia que entre nós reinava quanto ao emprego das unidades de medir, estabelecendo a ordem e a clareza no emprego de tais unidades

Qualquer que seja a atividade social de um individuo, ele terá de utilizar, em maior ou menor grau, as unidades de medir. Precisa, portanto, informar-se dos dispositivos legais afim de evitar dissabores e prejuizos.

Eis porque não se nos afigurou descabido contribuir para maior divulgação daquele regulamento, acrescentando-lhe despretenciosas notas e problemas, com que procuramos facilitar ao leitor a compreensão dos quadros oficiais de unidades, bem como as transformações que frequentemente se têm de fazer com as mesmas.

Acreditamos que este pequeno manual possa ser útil aos profissionais de qualquer carreira — liberal, técnica, científica, industrial, comercial — desde os dirigentes até aos mestres de oficinas ou simples operários.

Ao nosso prezado amigo, o ilustre cientista brasileiro Prof. Adalberto Menezes de Oliveira, muito agradecemos as valiosas sugestões com que nos auxiliou na elaboração deste trabalho.

E. R.

1.^a PARTE

Grandezas - Medidas -
Unidades Legais

GENERALIDADES

1. DEFINIÇÃO DE GRANDEZA — Elementarmente, costuma-se definir grandeza *como tudo o que é capaz de aumento ou de diminuição*.

Do ponto de vista técnico ou científico, porém, só nos interessam as grandezas ditas *mensuráveis*, isto é, que podem ser expressas ou representadas por números e, para isso, devem elas satisfazer duas condições fundamentais: devem ser *comparáveis* e *somáveis*, ou, em outras palavras, para cada uma delas devemos poder definir a *igualdade* e a *soma*. Podemos, pois, substituir aquela definição elementar pela seguinte: *Grandezas são entes abstratos entre os quais se pode definir a igualdade e a soma*.

2. AS DIFERENTES ESPÉCIES DE GRANDEZA — A grandeza com a qual estamos mais familiarizados é o *comprimento* dos segmentos de reta, cuja comparação e medida nos conduziram à noção de número fracionário e à de número irracional. Uma vez adquiridas essas noções, elas se podem agora aplicar a outras espécies de grandeza que gozam das propriedades essenciais dos segmentos retilíneos. Antes de mais nada, temos as grandezas geométricas, isto é, as diferentes extensões: os comprimentos de um arco de círculo, de uma curva qualquer, a inclinação recíproca de duas retas ou de dois planos (grandeza angular), as superfí-

cies planas ou curvas, os volumes são grandezas sobre as quais supomos que se hajam adquirido noções mais ou menos claras, que compete à Geometria precisar.

A duração do tempo, a massa, a intensidade de uma força, a velocidade, a aceleração são outras tantas grandezas estudadas em Mecânica, assim como à Física compete esclarecer o que se entende por temperatura, pressão, quantidade de calor, intensidade de uma fonte luminosa, quantidade de eletricidade, etc..

Apenas diremos que cada uma dessas grandezas póde ser definida mais ou menos rigorosamente e constitue "um objeto ou uma propriedade susceptível de estados distintos, mas que sob qualquer desses estados distintos se reconhece como sendo de uma mesma espécie" (*).

Muitas vezes empregaremos a palavra grandeza para designar um estado de uma certa grandeza; assim quando dizemos *duas grandezas da mesma espécie*, queremos dizer *dois estados*, ou *dois valores de uma mesma grandeza*.

Os estados diversos de cada grandeza também se costumam chamar *quantidades*.

3. CLASSIFICAÇÃO DAS GRANDEZAS — Chamam-se *escalares* ou *lineares* as grandezas que se podem ordenar em escala crescente e que se podem representar pelos pontos de uma reta. Tais são: o comprimento,

(*) Jules Tannery.

a superfície, a massa, o volume, a temperatura absoluta, etc.

Chamam-se *complexas*, *vetoriais* ou *dirigidas* as grandezas que não são ordenáveis em série retilínea e só se podem representar por pontos do plano ou do espaço. Exemplo: a força, a velocidade, a aceleração, etc..

4. MEDIÇÃO DAS GRANDEZAS — Medir uma grandeza é representar por um número cada uma de suas quantidades ou estados distintos, de modo que a cada quantidade corresponda um número e reciprocamente.

Mede-se uma grandeza A comparando-se com uma grandeza U da mesma espécie, chamada *unidade* ou *módulo*. O resultado da comparação chama-se *medida* da grandeza A em relação à unidade U ou *razão* de A para U , ou, ainda, valor numérico da grandeza A .

A medida de uma grandeza, em relação a uma certa unidade, pode ser um *número inteiro*, um *número fracionário* ou um *número irracional*.

5. MEDIÇÃO DIRETA E INDIRETA — Nem sempre se pode fazer a *medição direta*, a qual consiste em comparar diretamente uma grandeza com a unidade escolhida. Na *medição indireta*, determinam-se os valores de certas grandezas que guardam relações conhecidas com a grandeza que se quer medir e calcula-se o valor desta por meio de tais relações. Assim, a área de uma superfície resulta de cálculos efetuados sobre certas dimensões dessa superfície: a temperatura re-

sulta também da medida de um comprimento e do mesmo modo as massas nas balanças romanas. Em geral, as medições de quasi todas as grandezas físicas se reduzem à leitura de escalas retilíneas ou circulares em aparelhos adequados, chamados *instrumentos de medir*.

6. GRANDEZAS ELEMENTARES — As grandezas elementares são: o *comprimento*, a *massa* e o *tempo*, pois delas se derivam todas as outras.

7. UNIDADES FUNDAMENTAIS ABSOLUTAS — São assim denominadas as unidades das grandezas elementares. Estas unidades podem ser escolhidas arbitrariamente.

7a UNIDADES FUNDAMENTAIS BRASILEIRAS — As unidades fundamentais legalmente adotadas no Brasil, são o *metro*, o *quilograma* e o *segundo*. Por isso, essas unidades são definidas de maneira arbitrária, — as duas primeiras por meio de protótipos internacionais conservados na Repartição Internacional de Pesos e Medidas (Pavilhão Breteuil, Parc St. Cloud, Paris) e a terceira como uma determinada fração do dia solar médio, definido de acordo com as convenções astronômicas.

Convém lembrar que o comprimento escolhido para o metro pela comissão de sábios da Academia de Ciências de Paris que, em 1795, creou o sistema métrico decimal, está ligado às dimensões do globo terrestre: a décima milionésima parte do quarto do meridiano

terrestre. As medidas geodésicas sobre as quais se funda a determinação do metro não podem ser absolutamente exatas e estão sujeitas a correções, sempre que se aperfeiçoam os instrumentos e processos geodésicos. Assim, de acordo com as medições mais recentes, a décima-milionésima parte do quarto do meridiano terrestre seria maior do que o protótipo do Pavilhão Breteuil, de cerca de *dois milionésimos* do metro. Daí a necessidade de estabelecer-se a definição por meio do protótipo internacional, chamado *metro padrão*.

Analogamente, de acordo com os autores do sistema métrico, a unidade fundamental de massa — o *grama* — é a massa de um centímetro cúbico de água destilada a 4º centígrados. Para evitar oscilações provenientes de maior ou menor exatidão das medidas, adotou-se como unidade fundamental o *quilograma*, definido por um protótipo internacional depositado no Pavilhão de Breteuil, denominado *quilograma padrão*.

8. GRANDEZAS COMPOSTAS — São as que se definem por meio de produtos ou razões de grandezas elementares ou de outras grandezas compostas. Tais definições resultam de leis geométricas ou físicas, cujo enunciado não cabe nos limites deste trabalho. Assim, podemos considerar as áreas como grandezas compostas de dois comprimentos e os volumes como grandezas compostas de tres comprimentos ou de uma área e um comprimento. Com efeito: por definição, tanto a área como o volume são proporcionais a cada uma das dimensões de que resultam os seus valores.

Ha outras grandezas definidas como produtos de duas outras; tal é, por exemplo, o *trabalho*, grandeza composta de força e comprimento, a cada um dos quais é proporcional, podendo-se, pois, considerar o trabalho como *produto de força por comprimento*. Analogamente, o *momento de uma força* é o *produto de uma força por uma distância* e o *momento de inércia* é o *produto de u'a massa por uma área*.

Ha grandezas que são definidas como *quociente* ou razão de duas grandezas elementares ou compostas não homogêneas.

Tais são:

velocidade	=	quociente de comprimento por tempo
aceleração	=	" " velocidade por tempo
densidade	=	" " massa por volume
peso específico	=	" " peso por volume
pressão	=	" " peso por área

9. UNIDADES DERIVADAS — As unidades com que se medem as demais grandezas, chamadas *unidades derivadas*, resultam da escolha das unidades fundamentais e destas se derivam por meio das relações de interdependência entre as respectivas grandezas.

Ao conjunto de um grupo de unidades fundamentais, seus múltiplos e sub-múltiplos e das *unidades das mesmas derivadas* denomina-se um *sistema de unidades*.

9a. EQUAÇÕES DE DEFINIÇÃO DAS UNIDADES DERIVADAS — Assim se denominam as equações de in-

terpedendencia das grandezas quando usadas para definir as unidades derivadas.

Assim da lei do movimento uniforme $e = vt$, se tira $v = \frac{e}{t}$. A equação da definição da velocidade é, pois,

$$[\text{unidade de velocidade}] = \frac{[\text{unidade de comprimento}]}{[\text{unidade de tempo}]}$$

Adotando como unidade de comprimento o centímetro e como unidade de tempo do segundo, tem-se

$$[\text{unidade de velocidade}] = \frac{\text{cm}}{\text{seg}} \text{ ou } \text{cm seg}^{-1}$$

9b. DIMENSÕES DAS GRANDEZAS FÍSICAS. EQUAÇÕES DIMENSIONAIS — Afim de apreciar melhor de que modo as *unidades dependem das fundamentais*, introduz-se a noção de *dimensão das unidades de uma grandeza*, ou simplesmente, *dimensão de uma grandeza*.

De um modo geral, designa-se por a uma certa grandeza e por A a respectiva unidade. As unidades fundamentais são designadas por L (comprimento), M (massa), T (tempo).

Diz-se que a unidade derivada A é de dimensão p em relação à unidade de comprimento, de dimensão q em relação à unidade de massa e de dimensão r em relação à unidade de tempo si a unidade A varia proporcionalmente à p -ésima potência da unidade de

comprimento, L , à q - gésima potência da unidade de massa M e à r - gésima potência da unidade de tempo T . Exprime-se êsse fato, escrevendo

$$[A] = L^p M^q T^r \quad (1)$$

onde os expoentes p , q e r podem ser inteiros ou fracionários, positivos ou negativos.

A igualdade simbólica (1) denomina-se *equação dimensional* da grandeza física A ou da unidade correspondente.

Assim, como a unidade de área varia proporcionalmente ao quadrado de unidade fundamental de comprimento, a *equação dimensional* da área é L^2 . Damos a seguir as equações dimensionais de algumas grandezas compostas a que nos referimos neste trabalho (*).

$$[\text{área}] = L^2; [\text{volume}] = L^3; [\text{velocidade}] = \frac{L}{T} = L T^{-1}$$

$$[\text{aceleração}] = \frac{L}{T^2} = L T^{-2}; [\text{densidade}] = \frac{M}{L^3} = M L^{-3}$$

$$[\text{pressão}] = \frac{M}{L^2} = M L^{-2}; [\text{força}] = \frac{M L}{T^2} = M L T^{-2}$$

$$[\text{massa específica}] = M L^{-3}; [\text{momento de força}] = M L^2 T^{-2}$$

$$[\text{momento de inércia}] = M L^2$$

(*) Escrevendo [área] queremos indicar unidade de área.

10. SISTEMA C. G. S., SISTEMA M. K. S. e M. T. S. — Chama-se *sistema C. G. S.* ou *sistema cegesimal*, o sistema cujas unidades absolutas são o *centímetro*, o *grama* e o *segundo*. Este sistema foi adotado por um Congresso Internacional de eletricitistas, reunidos em Paris em 1881; é usado quasi universalmente nas medidas científicas. Para as medidas industriais os franceses adotam o sistema *M. T. S.*, cujas unidades fundamentais são o metro, a tonelada e o segundo. No sistema *M. K. S.*, as unidades fundamentais são o metro, o quilograma-força e o segundo.

Damos a seguir um quadro com a discriminação das grandezas, unidades e símbolos dos tres sistemas mencionados.

Sistemas	Grandezas fundamentais	Símbolos dimensionais	Unidades fundamentais	Símbolos das unidades
CGS	comprimento	L	centímetro	cm
	massa	M	grama	g
	tempo	T	segundo	s ou seg
MTS	comprimento	L	metro	m
	massa	M	tonelada	t
	tempo	T	segundo	s ou seg
MKS	comprimento	L	metro	m
	força	F	quilograma - força	kg. ^F
	tempo	T	segundo	s ou seg

11. Unidades legais, seus múltiplos e sub-múltiplos. Passamos, em seguida, a discriminar, rigorosamente de acordo com os quadros que acompanham o Regulamento baixado pelo Ministério do Trabalho, as unidades legais, seus múltiplos e submúltiplos, relativos às diversas grandezas.

Para cada espécie de grandeza, o regulamento define uma unidade principal (excepcionalmente duas ou tres), que é chamada *unidade legal* e para a qual é fixado um símbolo, geralmente a abreviatura do nome da unidade.

Da unidade legal se formam os múltiplos e sub-múltiplos, cuja razão para a unidade legal é geralmente uma potência de 10: 10 ; 10^2 ou 100 ; 10^3 ou 1000 ; 10^4 ou 10000 ; ... 10^{-1} ou $0,1$; 10^{-2} ou $0,01$; 10^{-3} ou $0,001$; 10^{-4} ou $0,0001$...

Com isto muito se facilitam as transformações resultantes de mudanças de unidade.

12. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS DAS UNIDADES LEGAIS — As designações dos múltiplos são formadas antepondo-se, ao nome da unidade legal, os prefixos contidos no quadro abaixo ("Quadro II" do Regulamento), o qual contém ainda os respectivos símbolos e o fator pelo qual é multiplicada a unidade. Convém desde logo, observar, entretanto, que esse fator deve, em certos casos, ser elevado ao quadrado ou ao cubo, como acontece com as unidades de área e de volume.

QUADRO II

QUADRO DAS DESIGNAÇÕES DOS MÚLTIPLOS E SUB-MÚLTIPLOS DECIMAIS DAS UNIDADES LEGAIS DE MEDIDA

Fator pelo qual é multiplicada a unidade	Prefixo a antepôr ao nome da unidade	Símbolo a antepôr ao da unidade
1 000 000	mega	M
100 000	hectoquilo	hk
10 000	míria	ma
1 000	quilo	k
100	hecto	h
10	deca	da
0,1	deci	d
0,01	centi	a
0,001	mili	m
0,000 1	decimili	dm
0,000 01	centimili	cm
0,000 001	micro	μ
0,000 000 1	decimicro	d μ
0,000 000 01	centimicro	c μ
0,000 000 001	milimicro	m μ
0,000 000 000 001	micromicro	$\mu\mu$

OBSERVAÇÃO — O emprego das designações acima limita-se aos casos indicados no quadro I.

COMPRIMENTO

13. COMPRIMENTO — É a mais simples das grandezas existentes. Dela nos servimos, geralmente,

para estabelecer convenientemente a noção de número fracionário.

Imaginemos uma regua ou fita dividida em certo número de partes iguais, cada uma das quais chamaremos *braça* (br), cada braça dividida em duas partes iguais que chamaremos *váras* (v), cada uma destas dividida em cinco partes iguais que chamaremos *palmos* (P); cada um destes em oito partes iguais que chamaremos *polegadas* (p). São estas as unidades de comprimento do sistema usado antigamente no Brasil. Suponhamos que tendo de medir um certo comprimento AB, aplicamos a uma de suas extremidades A uma das pontas da fita e que a outra extremidade B cai entre o 8.^o traço e o 9.^o, o que indica que esse comprimento tem mais de 8 braças e menos de 9, isto é, que êle tem 8 braças e mais algumas subdivisões.

Suponhamos que essa 2.^a extremidade está depois do traço que subdivide a braça em 2 varas; diremos que ele tem 8 br. 1 v. e mais alguma cousa. Se verificarmos que essa extremidade cai entre o 3.^o traço e o 4.^o que subdividem a vara em 5 partes, diremos que o comprimento a medir tem 8br. 1v. 3P. e mais alguma cousa inferior a 1P. Podemos, aliás, dizer que está feita a medida do comprimento *a menos de 1P*, isto é, que temos avaliado essa medida *com erro menor que 1P*; mas, se notarmos que a 2.^a extremidade do comprimento fica entre a 6.^a e a 7.^a subdivisão do palmo, diremos que o comprimento mede 8br. 1v. 3P. 6p. e mais uma fração da polegada que a nossa fita graduada não permite avaliar. Diremos então que o comprimento está avaliado *com erro menor que 1p.* ou a me-

nos de 1p. Podia acontecer que a extremidade B caísse justamente sôbre um dos traços que correspondem a qualquer das subdivisões consideradas e neste caso teríamos a medida exata do comprimento.

O processo que acabamos de vêr para medir um comprimento applica-se a todas as grandezas que denominamos *diretamente mensuraveis*, e entre as quais estão o *comprimento retilíneo*, o *tempo*, o *ângulo*, o *peso*. Ha, como vimos (n.^o 4), outras grandezas que não se podem medir por uma comparação direta com a respectiva unidade, mas cuja medida se deduz por meio de cálculos efetuados sôbre certas grandezas diretamente mensuraveis, das quais elas dependem e segundo regras estabelecidas em vários ramos da Ciência. Assim é que a Geometria estabelece as regras relativas à medida da extensão: *comprimentos curvilíneos*, *superfícies*, *volumes*. Explicaremos mais adiante, como se medem certas superfícies e certos volumes mais elementares.

14. UNIDADE LEGAL DE COMPRIMENTO — E' o metro, cujo símbolo é *m*.

15. DEFINIÇÃO DO METRO — Distância, à temperatura de 0°C, dos eixos dos dois traços médios gravados sôbre a barra de platina iridiada depositada na Repartição Internacional de Pesos e Medidas e considerada como protótipo do metro pela Primeira Conferência Geral de Pesos e Medidas, estando submetida à pressão atmosférica normal e suportada por dois raios com um diâmetro mínimo de 1 centímetro, situados

simetricamente num mesmo plano horizontal e à distância de 571 milímetros um do outro.

16. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS DO METRO — Reproduzimos a seguir a parte do “Quadro I” do Regulamento a que se refere o Dec. 4.257 acompanhado das “observações” contidas no referido quadro.

QUADRO I

MÚLTIPLOS E SUB-MÚLTIPLOS USUAIS

Nomes	Símbolos	Valores
quilômetro	km	1 000 m
hectômetro	hm	100 m
decâmetro	dam	10 m
metro	m	1 m
decímetro	dm	0,1 m
centímetro	cm	0,01 m
milímetro	mm	0,001 m
micron	μ	0,000 001 m
milimicron	$m\mu$	0,000 000 001 m
decimilimicron	$dm\mu$ ou Å	0,000 000 000 1 m
micromicron	$\mu\mu$	0,000 000 000 001 m
milha marítima internacional	M ou '	1 852m

17. OBSERVAÇÕES — I. Os múltiplos e submúltiplos decimais do metro designam-se de acôrdo com o quadro II, exceto o *micron* (*).

II. Para o *decimilimicron* podem-se usar a denominação de *angström* e o símbolo especial Å empregados de preferência nas medidas espectrométricas.

III. Nas medidas referentes à navegação, poderá ser utilizada a *milha marítima internacional* considerada como equivalente a 1852 m.

Poderão ser adotadas as denominações *milha marítima* ou simplesmente *milha* quando não possa haver dúvidas quanto ao seu significado.

18. NOTAS — I. Do modo por que se acham escritos os “valores” no quadro acima se conclui que a maneira legal de indicar a unidade, múltiplo ou submúltiplo, a que se refere um número decimal, é escrever o símbolo correspondente em seguida ao número decimal e no mesmo alinhamento dêste. Fica assim inteiramente abolida a maneira inconveniente e pouco racional de indicar uma medida escrevendo-se o símbolo da unidade junto ao algarismo das unidades simples, à guiza de expoente. Na verdade, para saber-se qual é o algarismo que corresponde à ordem das unidades, não é necessário que o símbolo se ache junto a êste, pois a colocação da vírgula (ou do ponto elevado) é que indica a ordem das unidades.

(*) Plural *micra*.

Não se deve, pois, escrever

8,^m25 5,^g45 18,^{km}5 0,^o025

e sim

8,25m 5,45g 18,5km 0,025g

II. Convém ainda assinalar algumas alterações trazidas pelo Regulamento aos símbolos que eram usados entre nós. Ficou adotado de um modo geral o uso da letra minúscula com exceção do *M* (para *méga*). Para se distinguirem os múltiplos, formados com os prefixos *míria* e *deca*, dos submúltiplos formados com os prefixos *mili* e *deci*, são aquêles simbolizados por *ma* e *da*, ao invés de *M* e *D* que até ha pouco se usavam entre nós. Aliás, nêsse ponto, o regulamento não fez mais do que estabelecer os símbolos creados pela Comissão que inventou o sistema métrico e que sempre foram usados pelos francêses e outros povos que adotaram o sistema métrico. Pena é que o Regulamento não haja ido um pouco mais longe, restabelecendo também os símbolos *m^q* e *m^c* para o metro quadrado e o metro cúbico.

III. Chamamos, ainda, a atenção do leitor para a *Observação* que se contem no rodapé do QUADRO II: "o emprego das designações acima limita-se aos casos indicados no quadro I". Não se pode, em virtude dessa observação, usar, por exemplo, o *hectoquilômetro*, nem o *megâmetro*, nem o *miriâmetro* (unidades que se vinham indicando em alguns dos nossos compêndios didáticos), pois êsses múltiplos não constam do "QUADRO I".

IV. *Unidades astronômicas.* São unidades usadas pelos astrônomos para medir distâncias interplanetárias. A principal é a distância da Terra ao Sol, que se costuma indicar pela simples denominação de *unidade astronômica* e que vale 150 milhões de quilômetros. O seu múltiplo é o *siriômetro* que vale 1 milhão de unidades astronômicas. Além dessas, usam-se também: o *ano-luz* (plural: anos-luz) que é a distância percorrida pela luz em um ano, isto é, 63048 unidades astronômicas e o *parsec* que vale 205 unidades astronômicas.

Estas unidades não se acham indicadas no "Quadro I" do Regulamento, naturalmente porque não têm uso no domínio comercial ou industrial. Indicâmo-las apenas a titulo de ilustração.

19. MUDANÇA DE UNIDADE — Considerando o quadro dos múltiplos e submúltiplos usuais do metro, desde o quilômetro até ao milímetro, vê-se que cada um dêles vale 10 vezes o imediatamente inferior. A formação destes múltiplos e submúltiplos se faz, em relação ao metro, do mesmo modo que a formação das ordens do sistema de numeração decimal em relação à ordem das unidades simples. A cada uma destas ordens (milhares, centenas, dezenas, décimos, etc.) corresponde, pois, um múltiplo ou um submúltiplo do metro. Tendo em vista esta observação, será facil resolver imediatamente os seguintes problemas:

I. *Referir a uma única unidade (metro, múltiplo ou submúltiplo) um comprimento expresso em diferentes unidades.*

Está claro que o número expresso em diferentes unidades não pode conter mais de 9 de cada uma destas unidades.

Basta fazer corresponder, a cada ordem decimal, o algarismo que indica o número de cada uma das unidades de comprimento e colocar a vírgula à direita daquêle que indica a unidade a que se quer referir a medida, fazendo seguir todo o número do símbolo de tal unidade.

Exemplo: *Expressar, successivamente, em metros, hectômetros, centímetros, um comprimento de*

5km 8hm 3m 9cm 8mm

Tem-se

5803,098m 58,03098hm 580309,8cm

II. *Dada a medida de um comprimento, expressa em certa unidade (metro, múltiplo ou submúltiplo do metro), referir essa medida a uma unidade inferior ou superior.* Basta deslocar-se a vírgula para a direita (no caso de passar-se a uma unidade inferior) ou para a esquerda (no caso de passar-se a uma unidade superior), de tantas casas (ordens) quantas sejam necessárias para levar a vírgula à direita do algarismo que ocupa a ordem correspondente à unidade, a que se quer referir a medida (lembrando-se sempre de que cada ordem corresponde a uma unidade de comprimento).

Exemplos:

$$\begin{aligned} 25,4 \text{ km} &= 25400\text{m} \\ 36,38 \text{ hm} &= 363,8 \text{ dam} \\ 7,35 \text{ m} &= 7350 \text{ mm} \\ 2,3 \text{ cm} &= 0,023 \text{ m} \\ 0,8 \text{ mm} &= 0,008 \text{ m} \end{aligned}$$

20. UNIDADES MICRO-MÉTRICAS — São o *micron* e os seus sub-múltiplos, os quais são todos, por sua vez, sub-múltiplos do metro. Com exceção do *decimilimicron* (ou *angström*), êstes sub-múltiplos de-crescem de 1000 em 1000, de sorte que o jogo da vírgula será de 3 em 3 ordens, ou, no caso do *angström* de acordo com a relação.

Exemplo:

$$\begin{aligned} 5,4 \mu &= 5400 \text{ m}\mu \\ 0,00035 \mu &= 350 \mu\mu \\ 2,9 \text{ \AA} &= 290 \mu\mu \\ 4 \text{ 800 } \mu\mu &= 48 \text{ \AA} \end{aligned}$$

21. UNIDADES ITINERÁRIAS — São assim geralmente denominadas as unidades que servem para medir grandes distâncias em terra ou no mar. Além do quilômetro, figuram no quadro legal a *milha marítima internacional* (M). Para reduzir uma distância, medida em milhas, a metros, ou vice-versa, multiplica-se ou divide-se o número dado, pelo valor da milha em metros, indicado na tabela.

Para reduzir, com aproximação suficiente, uma distância dada em quilômetros a milhas, ha, porém, um processo prático que simplifica os cálculos: soma-se a metade do número que exprime a distância em quilômetros com a décima parte dessa metade e tem-se o número que exprime a distância em milhas.

Exemplo: exprimir 2400 km. em milhas.

Tem-se

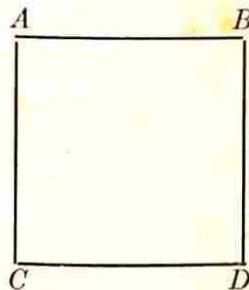
$$\begin{array}{r} 2400 \div 2 = 1200 \\ 1200 \div 10 = 120 \\ \hline \text{soma} \dots\dots\dots 1320 \end{array}$$

Tem-se aproximadamente $2400 \text{ km} = 1320 \text{ M.}$
Baseados no valor legal da milha, teríamos $2400 \text{ km.} = 2400 \text{ 000m.}$

Dividindo 2400 000m por 1852m achamos 1295 milhas. O resultado obtido com o processo prático apresenta assim um erro absoluto de 25 milhas e um erro relativo inferior a 2% , por excesso.

SUPERFICIE

22. UNIDADE DE SUPERFICIE — Dada uma unidade de comprimento, representada pelo segmento AB , é sempre possível construir um quadrado que tenha para lado essa unidade. A superfície desse quadrado é a unidade de superfície correspondente a tal unidade de comprimento. Teremos, pois, tantas unidades de superfície quantas forem as de comprimento.

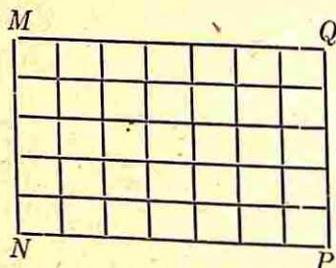


Assim, se o lado AB do quadrado $ABCD$ representa 1 polegada, a superfície desse quadrado é uma *polegada quadrada*; se AB representa um *centímetro*, $ABCD$ representa um *centímetro quadrado*, etc. Costuma-se, às vezes, para maior clareza, chamar a polega, o centímetro, etc., unidades de comprimento, de *polegada linear*, *centímetro linear* em oposição a *polegada quadrada*, *centímetro quadrado*.

23. MEDIDA DAS SUPERFÍCIES — A medida da superfície de uma certa porção de plano é o número de polegadas quadradas ou de centímetros quadrados (ou de outras unidades de superfície) que ela contém; ou, melhor, é a *razão dessa porção de superfície para a superfície do quadrado tomado para unidade*.

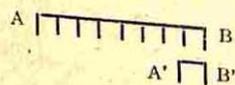
Consideremos o retângulo $MNPQ$. Sabemos que um dos lados dessa figura MQ , por exemplo, chama-se *base* ou *comprimento* e um dos lados MN ou PQ , perpendiculares a êsse, chama-se, *altura* ou *largura* do retângulo. Suponhamos que o comprimento MQ contém exatamente 7 vezes uma certa unidade de comprimento, a polegada por exemplo, e que a largura MN

contem 5 vezes essa mesma unidade. Dividamos MQ e MN em partes iguais, do comprimento de uma polegada, e pelos pontos de divisão tracemos retas paralelas aos lados.



O retângulo $MNPQ$ fica assim decomposto em quadrículas que representam polegadas quadradas; ao todo ha cinco filas que contem, cada uma, sete quadrículas; o retângulo contem, pois, 7×5 polegadas quadradas, isto é, a sua área tem por medida o produto dos números que medem os lados.

Suponhamos agora que os lados do retângulo não contem exatamente a unidade de comprimento adotada, mas que, em todo caso, são comensuraveis com essa unidade. Suponhamos, primeiro, que os números que medem a base e a altura do retângulo considerado sejam frações do mesmo denominador; a base tem, por exemplo $\frac{5}{8}$ e a altura $\frac{3}{8}$ de uma polegada, que é representada por AB



Se tomássemos para unidade de comprimento, o segmento $A'B'$ que representa $\frac{1}{8}$ da polegada e

para a unidade de superfície o quadrado construido sobre esse segmento, os lados do retângulo seriam medidos pelos números 5 e 3 e a área teria por medida o número 5×3 ; então o quadrado construido sobre AB seria medido pelo número 8×8 . Isso significa que o retângulo considerado e o quadrado construido sobre uma polegada contem um, 5×3 e o outro, 8×8 vezes o quadrado construido sobre $A'B'$. A razão dessas áreas, ou o número que mede a primeira quando se toma a segunda para unidades será pois

$$\frac{5 \times 3}{8 \times 8} = \frac{5}{8} \times \frac{3}{8}$$

isto é, o produto dos comprimentos dos dois lados expressos em frações da polegada. Podemos, pois, enunciar a seguinte proposição: *Se tomarmos para unidade de superfície o quadrado construido sobre uma certa unidade de comprimento, a área de um retângulo cujos lados são comensuraveis a essa unidade, tem por medida o produto dos números que medem a base e a altura desse retângulo.*

Chamando c (ou b) a medida do comprimento (ou da base) e l (ou h) a medida da largura (ou altura) de um retângulo, teremos, para medida da área

$$A = cl$$

ou

$$A = bh$$

Em particular, se tomamos para unidade de superfície o quadrado construído sobre a unidade de comprimento, a área de um quadrado tem por medida o quadrado do número que mede seu lado. (Dêse fato se origina a denominação de quadrado para a segunda potência de um número). Chamando de A a área e l o lado de um quadrado, teremos:

$$A = l^2$$

24. RELAÇÃO ENTRE UNIDADES DE SUPERFÍCIE

— Vê-se agora como, dada a razão de duas unidades de comprimento, podemos ter imediatamente a razão das unidades correspondentes de superfície: é o quadrado da razão das duas unidades de comprimento consideradas. Assim, sabendo que um palmo tem 5 polegadas, um palmo quadrado terá 25 polegadas quadradas.

25. ÁREA — A medida de uma superfície é a grandeza que se denomina *área*.

26. UNIDADE LEGAL — A unidade legal de área é o metro quadrado, cujo símbolo é m^2 .

27. DEFINIÇÃO — O metro quadrado é a área de um quadrado que tem um metro de lado.

28. OBSERVAÇÃO — Outras unidades de área podem ser obtidas substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados, o metro por qualquer unidade legal de comprimento.

29. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

quilômetro quadrado	km^2	1 000 000 m^2
hectômetro quadrado	hm^2	10 000 m^2
decâmetro quadrado	dam^2	100 m^2
metro quadrado	m^2	1 m^2
decímetro quadrado	dm^2	0,01 m^2
centímetro quadrado	cm^2	0,000 1 m^2
milímetro quadrado	mm^2	0,000 001 m^2
hectare	ha	10 000 m^2
are	a	100 m^2
centiare	ca	1 m^2

30. OBSERVAÇÃO — Para o decâmetro quadrado podem-se usar a denominação *área* e o símbolo a quando utilizado nas medidas agrárias.

31. MUDANÇA DE UNIDADE — I. Considerando-se o quadro dos múltiplos e submúltiplos usuais do metro quadrado, desde o quilômetro quadrado até ao milímetro quadrado, vê-se que cada um vale 100 vezes o imediatamente inferior. Assim, a razão de qualquer dessas unidades para outra consecutiva é o quadrado da razão entre as unidades correspondentes de comprimento.

Ao metro quadrado e a cada um de seus múltiplos e submúltiplos do grupo considerado, correspondem, pois, duas ordens decimais: ao metro quadrado correspondem a ordem das unidades e a das dezenas; ao decâmetro quadrado a ordem das centenas e a dos milhares e assim por diante. Tendo em vista esta observação, podemos facilmente resolver os seguintes problemas:

1.^o — Referir, a uma unidade única (metro quadrado, ou um de seus múltiplos ou submúltiplos considerados), uma área expressa em diferentes unidades. (Está claro que a área dada não pode conter mais de dois algarismos em cada um dos números referidos às diversas unidades). Basta a) fazer-se o número, que se refere a cada uma das unidades de área, ocupar as duas ordens que lhe correspondem, escrevendo-se um zero à esquerda daquêles que são expressos por um só algarismo e preenchendo com dois zeros as ordens a que não corresponde nenhum número de unidades de área; b) colocar-se a vírgula à direita do algarismo escrito na ordem das unidades simples, do número que indica a unidade de área, a que se quer referir a medida; c) escrever o nome dessa unidade de área à direita de todo o número, na mesma linha e no mesmo tipo de letra.

Exemplo: Expressar, sucessivamente, em metros quadrados, hectômetros quadrados, centímetros quadrados, uma área de

$$4\text{km}^2 \quad 27\text{dam}^2 \quad 5\text{m}^2 \quad 43\text{dm}^2 \quad 8\text{cm}^2$$

Tem-se

$$4002705,4308\text{m}^2 = 400,27054308\text{hm}^2 = 40027054308\text{cm}^2$$

2.^o — Dada uma área expressa em certa unidade (desde o quilômetro quadrado até ao milímetro quadrado), referir essa área a uma outra unidade superior ou inferior. Basta deslocar-se a vírgula para a direita

(no caso de se querer passar a uma unidade inferior) ou para a esquerda (no caso de se querer passar a uma unidade superior), de tantos pares de casas (ordens) quantos sejam necessários para levar a vírgula à direita do algarismo das unidades simples do número que representa as unidades de área a que desejamos referir a medida.

Exemplos: I. Expressar em dam^2 uma área de $37,483\text{km}^2$. As duas primeiras ordens à direita da vírgula correspondem ao hm^2 e as duas imediatas ao dam^2 ; precisamos, pois, deslocar a vírgula quatro casas para a direita (*). Tem-se, assim,

$$37,483\text{km}^2 = 374830\text{dam}^2$$

II. Expressar em cm^2 uma área de $237,5\text{m}^2$. As duas ordens imediatamente à direita da vírgula correspondem ao dm^2 e as duas seguintes ao cm^2 . Devemos, pois, deslocar a vírgula quatro casas para a direita. Tem-se, assim,

$$237,5\text{m}^2 = 2375000\text{cm}^2$$

III. Expressar em m^2 uma área de 5cm^2 . As duas ordens imediatamente à esquerda da vírgula, pre-

(*) Nas operações sobre decimais, que se fazem pelo jôgo de vírgula, é prático supor, que à esquerda e à direita do número (no qual se supõe sempre a existência da vírgula, mesmo que seja inteiro), existe uma infinidade de zeros. Assim,

$$\begin{aligned} 3,75 &\text{ é a mesma coisa que } \dots 0003,750000\dots; \\ 43 &\text{ é a mesma coisa que } \dots 00043,0000\dots; \\ 0,028 &\text{ é a mesma coisa que } \dots 000,028000\dots \end{aligned}$$

enchidas pelo algarismo 5 e um zero à esquerda, correspondem ao cm^2 , as duas ordens que se seguem à esquerda correspondem ao dm^2 e a ordem seguinte, às unidades simples de m^2 . Devemos, pois, *deslocar a vírgula, quatro casas para a esquerda*. Tem-se, assim:

$$5\text{cm}^2 = 0,0005\text{m}^2$$

IV. *Expressar em dm^2 uma área de 325mm^2* . As duas primeiras ordens à esquerda da vírgula — 25 — correspondem ao milímetro quadrado, as duas seguintes — 03 — ao centímetro quadrado e a imediata, às unidades simples de dm^2 . Devemos, pois, *deslocar a vírgula quatro casas para a esquerda*.

Temos, assim,

$$325\text{mm}^2 = 0,0325\text{dm}^2$$

V. *Expressar em dam^2 uma área de $0,065\text{m}^2$* . As duas ordens imediatamente à esquerda da vírgula correspondem ao m^2 e a que se segue corresponde às unidades simples do dam^2 . Devemos, pois, *deslocar a vírgula duas casas para a esquerda*.

Temos, assim,

$$0,065\text{m}^2 = 0,00065\text{dam}^2$$

32. DISPOSIÇÃO PRÁTICA — Para fixar-se melhor o modo por que se faz o deslocamento da vírgula nas mudanças de unidades de área, podemos usar um esquema prático: escrever, à direita e à esquerda do número

dado (em que se supõe sempre a existência da vírgula mesmo que o número seja inteiro), um certo número de zeros; separar por traços verticais as classes formadas por dois algarismos, a partir da vírgula, e escrever o nome da unidade correspondente a cada classe. Vê-se, então, claramente para onde deve ser levada a vírgula a fim de obter-se a mudança pedida. É o que faremos, a seguir, para os exemplos dados acima, indicando com uma flecha, o deslocamento da vírgula.

km^2	hm^2	dam^2	m^2	dm^2	cm^2	mm^2
37,	48	00	00	00	00	00
00	00	02	37,	50	00	00
00	00	00	00	00	03	25,
00	00	00	00,	06	50	00

33. UNIDADES AGRÁRIAS — São assim denominadas, em geral, as unidades usadas nas medidas agrárias. A unidade agrária legal é o *are* (a) (*) igual ao decâmetro quadrado e que vale, portanto, 100m^2 . Como múltiplo, é usado o *hectare* (ha) $= 100\text{ares} = 1\text{hm}^2 = 10000\text{m}^2$ e como submúltiplo, o *centiare* (ca) $= 0,01\text{a} = 1\text{m}^2$. As mudanças de unidade se fazem, pois, tendo em vista essas correspondências.

(*) Note-se que a denominação oficial é agora *are* e não *aro* ou *ario* como era geralmente usado (§ 30).

Exemplos: I. *Exprimir sucessivamente em hectares, ares e centiares uma área de 2ha 17a 8ca.* Tem-se

$$2,1708\text{ha} \quad 217,08\text{a} \quad 21708\text{ca}$$

II. *Exprimir em outras unidades agrárias cada uma das seguintes áreas:*

$$\begin{aligned} 7,8\text{ha} &= 780\text{a} = 78000\text{ca} \\ 5,48\text{a} &= 0,0548\text{ha} = 548\text{ca} \\ 9,5\text{ca} &= 0,095\text{a} = 0,00095\text{ha} \end{aligned}$$

III. *Exprimir em m² cada uma das seguintes áreas:*

$$\begin{aligned} 5,4\text{ha} &= 54000\text{m}^2; \quad 9,65\text{a} = 965\text{m}^2 \\ 3,58\text{ca} &= 3,58\text{m}^2; \quad 0,05\text{ha}; = 500\text{m}^2 \end{aligned}$$

IV. *Exprimir em ha cada uma das seguintes áreas:*

$$\begin{aligned} 2,8\text{hm}^2 &= 2,8\text{ha}; \quad 3,5\text{km}^2 = 350\text{ha} \\ 4800\text{dam}^2 &= 48\text{ha}; \quad 53000\text{m}^2 = 5,3\text{ha} \end{aligned}$$

34. O ALQUEIRE — Continuam ainda em uso no interior do Brasil, embora tendam a desaparecer em virtude do presente Regulamento, algumas unidades agrárias antigas, das quais as mais comuns são: o *alqueire paulista* que vale 5000 braças quadradas ou sejam 24200m², ou, ainda, cerca de 2½ hectares e o *alqueire mineiro* que vale o dôbro, isto é, 10.000 braças quadradas ou sejam 48400m² ou, ainda, cerca de 5ha (*)

(*) Em sua sessão de 30.IX.939 a C. de Metrologia aprovou uma tabela para conversão do "alqueire de 100 por 50 braças" (5.000 braças quadradas) e do alqueire de 100 por 100 braças (10.000 braças quadradas) justamente de acordo com as equivalências indicadas neste parágrafo.

A braça quadrada é uma unidade de área do antigo sistema brasileiro, e derivada da principal unidade de comprimento desse sistema, que é a braça. Valendo a braça cerca de 2,2m, a braça quadrada vale, de acordo com o n.º 24, 4,84m².

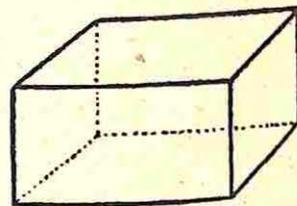
Para converter, em hectares, uma área, expressa em alqueires mineiros basta multiplicar o número de alqueires por 4,84. Assim, uma fazenda de 20 alqueires tem

$$(20 \times 4,84) \text{ ha} = 968 \text{ ha}$$

Para converter em ha uma área expressa em alqueires paulistas, basta multiplicar o número de alqueires por 2,42. Assim, uma fazenda de 500 alqueires paulistas tem $(500 \times 2,42) \text{ ha} = 1210 \text{ ha}$.

VOLUME

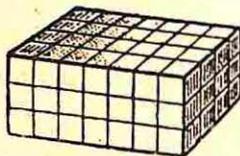
35. UNIDADES DE VOLUME — Chama-se *paralelepípedo retângulo* ou *blóco retangular*, o sólido limitado por seis faces retangulares. Estas são duas a duas



iguais. As interseções das faces, duas a duas, constituem as 12 arestas que são 4 a 4 iguais (aquelas que são paralelas são iguais). As tres arestas que partem de um mesmo vértice são em geral diferentes; são as

tres dimensões do paralelepípedo: *comprimento*, *largura* e *altura*. Qualquer das faces pôde ser considerada como *base* do paralelepípedo; a *altura* correspondente será então a aresta perpendicular ao plano dessa face. Quando as tres dimensões são iguais, o sólido chama-se *cubo*; neste caso todas as faces são quadrados iguais; todas as arestas são iguais ao lado de um desses quadrados.

Dada uma unidade de comprimento qualquer representada por *AB*, se construirmos um cubo cuja aresta seja igual a êsse segmento, teremos a unidade de volume correspondente. Assim, se a aresta do cubo representa uma polegada, o volume dêsse cubo será uma *polegada cúbica*; se a aresta representa um centímetro, o sólido considerado é um centímetro cubico.



36. MEDIDA DOS VOLUMES — *A medida de um volume é a razão dessa determinada porção de espaço para a que é ocupada pelo cubo tomado para unidade.* Consideremos um paralelepípedo retângulo, cujo comprimento tem 7 polegadas, cuja largura tem 4 pol. e cuja altura tem 3 pol.

Consideremos a altura dividida em tres partes iguais, e imaginemos planos paralelos à base tirados pelos pontos de divisão, de modo que o sólido fique decomposto em tres camadas horizontais, tendo cada

camada a altura de uma polegada. Imaginemos o seu comprimento e a sua largura divididos respectivamente em 7 e em 4 partes iguais e façamos passar planos verticais pelos pontos de divisão, de modo que o sólido, constituído por uma camada, ficará decomposto em 7×4 cubos que tem uma polegada de aresta, isto é, 7×4 polegadas cúbicas. O paralelepípedo dado, que se compõe de tres camadas, terá, pois, $7 \times 4 \times 3$ ou 84 polegadas cúbicas, isto é, a medida do seu volume em polegadas cúbicas é o produto dos números que medem, em polegadas, as tres dimensões do sólido. O produto 7×4 representa o número de polegadas quadradas, que ha na base do paralelepípedo; assim, a medida do volume dêste, em polegadas cúbicas, é igual ao produto da área da sua base, medida em polegadas quadradas pela sua altura medida em polegadas.

Suponhamos que as tres dimensões não são medidas por números inteiros, mas por números fracionários, que suporemos ter o mesmo denominador: $\frac{7}{8}$, $\frac{4}{8}$ e $\frac{3}{8}$ de uma polegada. Tomando para uni-

dade de comprimento $\frac{1}{8}$ da polegada e para unidade de volume o cubo construído sôbre essa fração da polegada, o sólido cujas dimensões serão os números inteiros, 7, 4 e 3, terá por volume $7 \times 4 \times 3$ e a polegada cúbica terá por medida $8 \times 8 \times 8$. Assim, o número que mede o paralelepípedo com a antiga unidade de volume é

$$\frac{7 \times 4 \times 3}{8 \times 8 \times 8} = \frac{7}{8} \times \frac{4}{8} \times \frac{3}{8}$$

isto é, o produto dos números que medem as tres dimensões. Podemos, pois, enunciar a seguinte proposição:

Tomando-se para unidade de volume o cubo construído sôbre a unidade de comprimento, o volume de um paralelepípedo retângulo, cujas tres dimensões são comensuráveis a essa unidade de comprimento, tem por medida o produto dos números que medem essas dimensões.

Representando por c , l , a os números que medem o comprimento, a largura e a altura, o volume V será dado pela seguinte fórmula

$$V = c \times l \times a$$

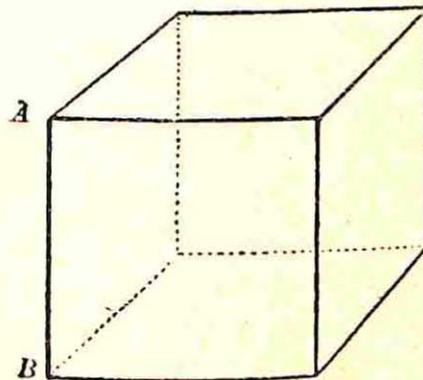
Em particular, tomando para unidade de volume o cubo construído sôbre a unidade de comprimento, o volume de um cubo tem por medida o cubo do número que mede a sua aresta.

Chamando a o número que mede a aresta de um cubo, o volume deste será

$$V = a^3$$

37. **RELAÇÃO ENTRE UNIDADES DE VOLUME** — Daí resulta que a razão de duas unidades de volume é igual ao cubo da razão das unidades correspondentes de comprimento. Sabemos, por exemplo, que um palmo vale 5 polegadas, ou que o número que mede o pal-

mo quando se toma para unidade a polegada é 5; logo um palmo cúbico valerá 125 polegadas cúbicas. Aliás, dado um palmo cúbico, dividindo cada uma de suas arestas em 5 partes iguais a uma polegada e fazendo passar planos paralelos às faces, o cubo fica decomposto em 125 cubos iguais, tendo, cada um, 1 polegada de aresta.



Do mesmo modo, a unidade de comprimento, que se chama decímetro, sendo igual a 10 centímetros, cada decímetro cúbico é igual a 1000 (10^3) centímetros cúbicos.

38. **1.^a UNIDADE LEGAL** — A 1.^a unidade legal de volume é o metro cúbico, cujo símbolo é m^3 .

39. **DEFINIÇÃO** — O metro cúbico é o volume de um cubo cuja aresta tem o comprimento de um metro.

40. OBSERVAÇÃO — Outras unidades de volume podem ser obtidas substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados, o metro por qualquer unidade legal de comprimento.

41. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
quilômetro cúbico	km ³	1 000 000 000 m ³
metro cúbico	m ³	1 m ³
decímetro cúbico	dm ³	0,001 m ³
centímetro cúbico	cm ³	0,000 001 m ³
milímetro cúbico	mm ³	0,000 000 001 m ³

42. NOTA — De acordo com a nota que acompanha o QUADRO II do Regulamento não será permitido o uso do decâmetro cúbico nem o do hectômetro cúbico.

43. MUDANÇA DE UNIDADE — I. Considerando o quadro do metro cúbico e seus submúltiplos, vê-se que cada um vale 1000 vezes o imediatamente inferior. Assim, a razão de qualquer dessas unidades para outra consecutiva, é o cubo da razão das unidades correspondentes de comprimento. Ao metro cúbico e a cada um de seus submúltiplos correspondem a ordens decimais: ao metro cúbico correspondem a ordens das unidades simples, a das dezenas de unidades e a das centenas de unidades; ao decímetro cúbico a ordem dos décimos, a dos centésimos e a dos milésimos

e assim por diante. Tendo em vista esta observação, podemos facilmente resolver os seguintes problemas:

1.º — *Referir a uma unidade única* (metro cúbico ou a um de seus submúltiplos) *um volume expresso em diferentes unidades do sistema legal.* (Está claro que o volume dado não pode conter mais de tres algarismos em cada um dos números referidos às diversas unidades). Basta a) fazer-se o número, que se refere a cada uma das unidades de volume, ocupar as tres ordens que lhe correspondem, escrevendo um ou dois zeros, respectivamente, à esquerda daquêles que são expressos por um ou dois algarismos apenas, e preenchendo com tres zeros as ordens a que não corresponde nenhum número de unidades de volume; b) colocar a vírgula à direita do algarismo escrito na ordem das unidades simples do número que indica as unidades de volume, a que se quer referir a medida; c) escrever o nome dessa unidade de volume à direita de todo o número, na mesma linha e no mesmo tipo de letra.

Exemplo: *Expressar sucessivamente em metros cúbicos, em decímetros cúbicos, em centímetros e em milímetros cúbicos, um volume de*

$$27\text{m}^3 \quad 928\text{dm}^3 \quad 5\text{cm}^3 \quad 57\text{mm}^3$$

Tem-se

$$\begin{aligned} & 27,928005057\text{m}^3 = \\ & = 27928,005057\text{dm}^3 = \\ & = 27928005,057\text{cm}^3 = \\ & = 27928005057\text{mm}^3 \end{aligned}$$

2.^o — Dado um volume expresso em certa unidade, referir esse volume a uma outra unidade superior ou inferior. Basta deslocar-se a vírgula para a direita (no caso de se passar a uma unidade inferior) ou para a esquerda (no caso de se passar a uma unidade superior), de tantos ternos de casas (ordens) quantos sejam necessários para levar a vírgula à direita do algarismo das unidades simples, do número que representa a unidade de volume, a que desejamos referir a medida.

Exemplos: I. *Expressar em cm³ uma área de 96,5m³.* As tres ordens imediatamente à direita da vírgula correspondem ao dm³ e as tres seguintes ao cm³. Devemos, pois, *deslocar a vírgula seis casas para a direita.* Tem-se, assim

$$96,5m^3 = 96\ 500\ 000cm^3$$

III. *Expressar em m³ uma área de 8mm³.* As tres primeiras ordens à esquerda da vírgula, constituídas pelo algarismo 8 com dois zeros à esquerda, correspondem ao mm³; as tres casas que se seguem correspondem ao cm³, as outras tres ao dm³ e a ordem seguinte às unidades simples de m³. Devemos, pois, *deslocar a vírgula nove casas para a esquerda.* Temos, assim, $8mm^3 = 0,000000008m^3$.

44. DISPOSIÇÃO PRÁTICA — Usando um esquema análogo ao indicado no n.^o 32, temos, para os exemplos acima:

km ³	hm ³	dam ³	m ³	dm ³	cm ³	mm ³
	000	000	096,	500	000	000
				←	→	→
000	000	000	000	000	000	008,
				←	←	←

45. 2.^a UNIDADE LEGAL — A 2.^a unidade legal de volume é o *litro*, cujo símbolo é *l*.

46. DEFINIÇÃO — O litro é o volume de 1 quilograma de água destilada e isenta de ar, à temperatura de 4^o C (4 graus centígrados) e sob a pressão atmosférica normal.

47. OBSERVAÇÕES — I. Unidade utilizavel para medidas de capacidade, bem como para medidas de volume de gazes e líquidos, cereais e materiais pulverulentos ou granulosos.

II. Seus múltiplos e sub-múltiplos decimais designam-se de acôrdo com o quadro II.

III. Para fins legais o litro pode ser considerado como equivalente a 1 decímetro cúbico.

IV. Para o metro cúbico podem-se usar a denominação de *estéreo* e o símbolo *st*, quando utilizado nas medidas de volume aparente de lenha.

V. Os múltiplos e sub-múltiplos decimais do estéreo designam-se de acôrdo com o quadro II.

48. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS — (Quadro II).

Nomes	Símbolos	Valores
hectolitro	hl	100 l
decalitro	dal	10 l
litro	l	1 l
decilitro	dl	0,1 l
centilitro	cl	0,01 l
mililitro	ml	0,001 l
decastéreo	dast	10 m ³
estéreo	st	1 m ³
decistéreo	dst	0,1 m ³

49. NOTA — O litro, seus múltiplos e sub-múltiplos são muitas vezes designados pela denominação de *unidades de capacidade*. *Capacidade* de um recipiente ou reservatório é o volume que esse recipiente ou reservatório é capaz de conter.

50. MUDANÇA DE UNIDADE — Considerando o quadro dos múltiplos e submúltiplos usuais do litro, vê-se que cada um vale 10 vezes o imediatamente inferior. Podemos, pois, aplicar, a esses múltiplos e submúltiplos, tudo quanto dissemos a respeito dos múltiplos e submúltiplos do metro no parágrafo relativo à mudança de unidade. Daremos apenas alguns exemplos relativos aos dois problemas considerados.

Exemplos: I. *Exprimir, successivamente, em litros, hectolitros, centilitros um volume de*

5 hl 4 l 5 ml

Tem-se 504,005 l. 5,04005 hl. 50400,5 cl.

II. *Referir, respectivamente, ao l, ao dal, ao ml, ao cl e ao l, os volumes:*

53,42 hl; 2,8 hl; 3,75 l; 3,8 ml e 4,9 cl.

53,42 hl = 5342 l

2,8 hl = 28 dal

3,75 l = 3750 ml

3,8 ml = 0,38 cl

4,9 cl = 0,049 l

ÂNGULO PLANO

51. 1.^a UNIDADE LEGAL — É o *ângulo reto*, cujo símbolo é *r*.

52. DEFINIÇÃO — Qualquer dos menores ângulos determinados por duas retas concurrentes que formam entre si ângulos adjacentes iguais.

53. OBSERVAÇÃO — Seus múltiplos e sub-múltiplos decimais não têm designação própria, exceto o *grado*.

Os múltiplos e sub-múltiplos decimais do *grado* designam-se de acôrdo com o quadro II.

O símbolo *g* será usado quando não possa haver dúvida sobre o seu significado.

54. MÚLTIPLOS e SUBMÚLTIPLOS USUAIS — (Quadro I):

Nomes	Símbolos	Valores
ângulo reto	r	1 r
grado	g ou gr	0,01 r
decigrado	dgr	0,001 r
centigrado	cgr	0,000 1 r
miligrado	mgr	0,000 01 r

55. MUDANÇA DE UNIDADE — A passagem do ângulo reto para o grado, ou vice-versa, se faz deslocando a vírgula duas casas para direita ou para a esquerda. Cada um dos outros múltiplos e submúltiplos corresponde a uma ordem.

Exemplo: I. Referir ao gr um ângulo cuja medida é 1r 8dgr 5mgr. Tem-se

$$1r \ 8dgr \ 5mgr = 100,805 \text{ gr.}$$

II. Referir ao gr os ângulos cujas medidas são 1,9 r; 3,7 dgr; 4,38 cgr. Tem-se

$$\begin{aligned} 1,9r &= 190 \text{ gr} \\ 3,7dgr &= 0,37 \text{ gr} \\ 4,3cgr &= 0,0438 \text{ gr} \end{aligned}$$

56. 2.^a UNIDADE LEGAL DE ÂNGULO — É o grau sexagesimal ou grau, cujo símbolo é o escrito à direita e um pouco acima do algarismo das unidades do número que exprime a medida.

57. DEFINIÇÃO — O grau é o ângulo equivalente a $\frac{1}{90}$ de 1 ângulo reto.

58. OBSERVAÇÃO — Seus múltiplos e submúltiplos decimais não têm designação própria.

As denominações grau, minuto e segundo podem ser usadas quando não possa haver dúvidas quanto ao seu significado.

59. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS (Quadro I):

Nomes	Símbolos	Valores
grau sexagesimal ou grau	o	$\frac{1}{90} r$
minuto de ângulo ou minuto	,	$\frac{1^\circ}{60}$
segundo de ângulo ou segundo	"	$\frac{1'}{60}$

60. MUDANÇA DE UNIDADE — O fato de não ser potência de 10 (isto é, 10, 100, 1000...) a razão do grau para os seus submúltiplos, faz com que a medida de um ângulo em graus dê lugar a um número *complexo*, isto é, um número constituído de várias partes referidas a unidades diversas. Resolveremos os problemas principais que se podem apresentar sobre a mudança de unidade com os números complexos. (*)

(*) O estudo completo das diversas operações sobre complexos se encontram nas *Lições de Aritmética* do Prof. Euclides Roxo. Ed. Livraria Francisco Alves.

I. *Referir a medida expressa por um complexo ao menor submúltiplo que nêle figura.* Seja reduzir $37^{\circ} 43' 20''$ a segundos. Raciocinaremos do seguinte modo: como o grau vale 60 minutos, 37 graus valerão

$$37 \times 60 = 2220'$$

Adicionando os 43 minutos do número dado, temos

$$2220 + 43 = 2263'$$

Como o minuto vale 60 segundos, 2263 valerão

$$2263 \times 60 = 135780''$$

Adicionando os 20 segundos do número dado, achamos

$$135780 + 20 = 1357800''$$

Temos, pois, $37^{\circ} 43' 20'' = 1357800''$.

Na prática, pôde-se adotar o seguinte logaritmo:

$$\begin{array}{r} 37 \\ \times 60 \\ \hline 2220 \\ + 43 \\ \hline 2263 \\ \times 60 \\ \hline 135780 \\ + 20 \\ \hline 1357800 \end{array}$$

II. *Referir a medida expressa por um complexo a uma fração ordinária da unidade principal.* Seja reduzir $37^{\circ} 43' 20''$ a uma fração ordinária do grau.

Reduzimos o número dado a segundos e achamos $1357800''$. Como 1° vale $60'$ e $1'$ vale $60''$, 1° vale $60 \times 60 = 3600''$. Sendo assim, $1''$ é $\frac{1}{3600}$ do

grau e $1357800''$ serão $\frac{1357800}{3600}$ do grau. Reduzindo esta fração à expressão mais simples tem-se $\frac{679^{\circ}}{18}$

III. *Decimalização.* Decimalizar um complexo é reduzi-lo a uma fração decimal da unidade principal. Converte-se o complexo em fração ordinária da unidade principal e converte-se esta em decimal. Reduzindo $\frac{679^{\circ}}{18}$ a decimal obtemos $37,07222\dots$. Tem-se, pois,

$$37^{\circ} 43' 20'' = 37,07222\dots$$

IV. *Reduzir a complexo uma medida referida ao menor submúltiplo.* Seja reduzir a complexo a medida de um ângulo expresso por $1357800''$, isto é, determinar quantos graus, minutos e segundos ha em $1357800''$. Como $60''$ formam $1'$, em $1357800''$ haverá tantos minutos, quantas vezes este número contiver 60. Dividindo-se 1357800 por 60 , o quociente obtido será o número de minutos e o resto o número de segundos. (*)

(*) Não se deve simplificar a divisão, suprimindo o zero do divisor e um zero do dividendo, pois assim se alteraria o resto.

$$\begin{array}{r|l} 135800 & 60 \\ 158 & \\ \hline 380 & 2263 \\ 200 & \\ 20 & \end{array}$$

Tem-se, pois, $135800'' = 2263' 20''$.
Como $60'$ formam 1° , determinaremos o número de graus dividindo 2263 por 60 :

$$\begin{array}{r|l} 2263 & 60 \\ 463 & \\ \hline 43 & 37 \end{array}$$

isto é, $2263' = 57^\circ 43'$, logo teremos $135800'' = 37^\circ 43' 20''$.

Na prática pôde-se adotar o seguinte algoritmo:

$$\begin{array}{r|l} 135800'' & 60 \\ 158 & \\ \hline 380 & 2263' & 60 \\ 200 & 463 & \\ 20'' & 43' & 37'' \end{array}$$

V. Reduzir a complexo uma fração ordinária da unidade principal. Seja reduzir a complexo a fração $\frac{679^\circ}{18}$

O quociente inteiro de 679 por 18 representa o número de graus contidos na fração.

$$\begin{array}{r|l} 679 & 18 \\ 139 & \\ \hline 13 & 37 \end{array}$$

Assim, $\frac{679^\circ}{18} = 37^\circ + \frac{13^\circ}{18}$.

Como 1° vale $60'$ $\frac{13^\circ}{18}$ valem $\frac{13}{18} \times 60 = \frac{780'}{18}$. Extraindo-se o inteiro desta fração temos o número de minutos:

$$\frac{780}{18} = 43' + \frac{6'}{18}$$

Como $1'$ vale $60''$, $\frac{6'}{18}$ valem $\frac{6}{18} \times 60 = \frac{360}{18}$. Extraindo-se o inteiro desta fração achamos exatamente $20''$.

Adota-se a seguinte disposição

$$\begin{array}{r|l} 679^\circ & 18 \\ 139 & \\ \hline 13 & 37^\circ 43' 20'' \\ \times 60 & \\ \hline 780' & \\ 60 & \\ 6 & \\ \times 60 & \\ \hline 360'' & \\ 0 & \end{array}$$

VI. Reduzir a complexo uma fração decimal da unidade principal. Seja reduzir a graus, minutos e segundos o número $37,072222$. Este número equivale a $37^\circ + 0,072222$. Reduzimos esta decimal do grau a minutos multiplicando por 60; temos $0,072222 \times 60 = 43,3332 = 43' + 0,3332$. Reduzimos esta decimal do minuto a segundos multiplicando por 60; temos $0,3332 \times 60 = 19,992$. Temos, pois, $37,072222 = 37^\circ 43' 19,992$.

61. 3.^a UNIDADE LEGAL DE ÂNGULO — É o radiano, cujo símbolo é *rd.*

62. DEFINIÇÃO — Radiano é o ângulo central que subtende (*) um arco de círculo cujo comprimento é igual ao comprimento do raio do mesmo círculo.

63. OBSERVAÇÃO — Seus múltiplos e submúltiplos não têm designação própria. 1 radiano equivale a $\frac{2}{\pi}$ de 1 reto.

64. PROBLEMA — Conhecendo-se a medida de um ângulo, referida a uma unidade legal, calcular essa medida em outra unidade legal.

O ângulo de meia-volta vale, como se sabe, 2 retos ou sejam 180° e intercepta, como ângulo central, um arco de meia circunferência.

O comprimento de uma circunferência é expresso por πR ; a semi-circunferência contém, pois, 2π vezes o arco cujo comprimento é igual ao raio.

(*) Seria preferível "intercepta".

O ângulo de meia volta vale, pois, π radianos. Como, por outro lado o ângulo reto vale 100 graus o ângulo de meia volta vale 200 graus.

Conclusão: o ângulo de meia-volta é medido, respectivamente, em cada uma das unidades legais, por 200 graus (2 retos), por 180° e por π radianos.

Consideremos um certo ângulo *A*, cuja medida em graus representaremos por *a*, cuja medida em graus representaremos por *n* e cuja medida em radianos será α .

A razão do ângulo *A* para o ângulo de meia volta, pode, assim, ser expressa por $\frac{a}{200}$ ou por $\frac{n}{180}$ ou por $\frac{\alpha}{\pi}$. Como essa razão é sempre a mesma, devemos ter

$$\frac{a}{200} = \frac{n}{180} = \frac{\alpha}{\pi}$$

Essa relação permite resolver o problema proposto. Com efeito, da igualdade.

$$\frac{a}{200} = \frac{\pi}{180}$$

tirando-se o valor de *a*, tem-se

$$a = \frac{10}{9} n$$

I. Para referir-se ao grado uma medida feita em graus, basta multiplicar-se o número de graus por $\frac{10}{9}$

(Si a medida fôr um número complexo de graus, minutos e segundos, reduz-se a uma fração ordinária do grau).

Da mesma igualdade se tira

$$n = 0,9 a$$

II. Para referir-se ao grau uma medida feita em grados, basta multiplicar-se por 0,9 o número de grados e transformar-se em complexo a fração decimal do grau assim obtida.

Da igualdade

$$\frac{n}{180} = \frac{a}{\pi}$$

se tira

$$n = \frac{a \times 180}{\pi}$$

III. Para referir-se ao grau uma medida feita em radianos, basta dividir-se por π o número de radianos, multiplicar-se o resultado por 180° e transformar-se em complexo a fração decimal do grau assim obtida (Si a medida em radianos não contiver o fator π , é

preferível multiplicá-la por $\frac{1}{\pi} = 0,31831$, o que equivale a dividir por π).

Da mesma igualdade se tira

$$a = \frac{\pi n}{180}$$

Para referir-se ao radiano u'a medida feita em graus, basta determinar-se o quociente exato (em ordinária irredutível) do número de graus por 180 e multiplicar-se por π (Não ha necessidade de substituir o símbolo π por seu valor, a menos que isso não seja explicitamente exigido). Si a medida contiver graus e minutos, reduzi-la-emos a minutos, bem como 180, e tem-se

$$a = \frac{\pi n'}{10800'}$$

e si contiver tambem segundos, teremos

$$a = \frac{\pi n''}{648000''}$$

Exemplos: I. Referir ao grado um ângulo de $37^\circ 43' 20''$. Esta medida reduzida a fração do grau é como vimos, $\frac{679^\circ}{18}$. Temos, pois,

$$a = \frac{10}{9} \times \frac{679}{18} = 41,91358 \text{ gr.}$$

II. Referir ao grau um ângulo de 41,91358 gr.
Tem-se

$$n = \frac{9}{10} \times 41,91358 = 37,072222\dots$$

Resta reduzir-se a complexo 37,072222, o que, como vimos, dá 37° 43' 19,992.

III. Referir ao grau o arco de 1 radiano.
Tem-se

$$n = \frac{1 \times 180}{\pi} = 180 \times \frac{1}{\pi} =$$

$= 180 \times 0,31831 = 57,02958$ (aproximadamente por excesso).

Convertendo-se em complexo a decimal do grau,
tem-se

$$1 \text{ rd} = 57^\circ 17' 44'', 8$$

IV. Referir ao radiano o ângulo de 10".
Tem-se

$$\alpha = \frac{\pi \times 10}{648000} = 0,0000484813681 \text{ rd (aproximadamente).}$$

ÂNGULO SÓLIDO

65. UNIDADE LEGAL — É o *esferoradiano* que não tem símbolo especial.

66. DEFINIÇÃO — Ângulo sólido que subtende na superfície de qualquer esfera com centro no seu vértice, uma área igual a $\frac{1}{4}$ da área total da esfera.

67. OBSERVAÇÃO — Seus múltiplos e submúltiplos decimais não têm designação própria.

TEMPO

68. UNIDADE LEGAL — É o *segundo* cujo símbolo é *s* ou *seg.*

69. DEFINIÇÃO — Intervalo de tempo igual à fração $\frac{1}{86400}$ do dia solar médio definido de acordo com as convenções astronômicas.

70. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais não têm designação própria.

II. Os símbolos *s*, *d* e *m* serão usados quando não possa haver dúvidas quanto ao seu significado.

III. Serão admitidas também as unidades de tempo estabelecidas pelas convenções usuais do calendário civil e da astronomia.

71. MÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
dia	d ou da	86 400 s
hora	h	3 600 s
minuto	m ou min	60 s
segundo	s ou seg	1 s

72. MUDANÇA DE UNIDADE — Apresentam-se aqui os mesmos problemas que já abeirámos para as medidas de ângulos em graus, minutos e segundos.

As regras são as mesmas e os raciocínios que a elas conduzem perfeitamente análogos. Daremos, pois, apenas um exemplo relativo a cada um dos problemas que se podem apresentar.

I. Reduzir a segundos a medida de um intervalo de tempo expresso por 2d 15h 57m 45s.

Adotando o algoritmo indicado no n.º 60, I, temos

$$\begin{array}{r}
 2 \\
 \times 24 \\
 \hline
 48 \\
 + 15 \\
 \hline
 63 \\
 \times 60 \\
 \hline
 3780 \\
 + 57 \\
 \hline
 3837 \\
 \times 60 \\
 \hline
 230220 \\
 + 45 \\
 \hline
 230265
 \end{array}$$

Tem-se, pois,

$$2d \ 15h \ 57m \ 45s = 230265 \ s$$

I. Reduzir à fração ordinária da hora a duração 2d 15h 57m 45s. Como vimos no exemplo anterior, essa duração equivale a 230265s. Valendo a hora $60 \times 60 = 3600s$, temos

$$2d \ 15h \ 57m \ 45s = \frac{230265}{3600} \ h = \frac{5117}{80} \ h$$

III. Reduzir 2d 15h 57m 45s. a fração decimal da hora. No exemplo anterior vimos que essa duração equivale a $\frac{5117}{80} \ h$. Convertendo esta fração em decimal, achamos 63,9625. Tem-se, pois,

$$2d \ 15h \ 57m \ 45s = 63,9625h$$

IV. Determinar quantos dias, horas, minutos e segundos, ha em 230265s. Adotando-se o algoritmo indicado no n.º 60, IV, temos:

$$\begin{array}{r}
 230265 \ s \\
 \underline{502} \\
 226 \\
 \underline{465} \\
 45 \ s
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \overline{60} \\
 3837m \\
 \underline{237} \\
 57m
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \overline{60} \\
 63h \\
 \underline{15h} \\
 2d
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \overline{24} \\
 2d
 \end{array}$$

Acha-se, pois, $230265s = 2d \ 15h \ 57m \ 45s$.

V. Calcular quantos dias, horas, minutos e segundos ha em 63,962h. Tem-se

$$63h = 2d \ 15h$$

$$0,9625h = 0,9625 \times 60m = 57,75m = 57m + 0,75m$$

$$0,75m = 0,75 \times 60s = 45s$$

Acha-se, pois, $63,9625h = 2d \ 15h \ 57m \ 45s$.

VELOCIDADE

73. UNIDADE LEGAL — É o metro por segundo, cujo símbolo é *m/s*.

74. DEFINIÇÃO — O metro por segundo é a velocidade de um movel que, animado de um movimento retilíneo e uniforme, percorre uma distância de 1 metro durante 1 segundo.

75. — OBSERVAÇÕES — I. Outras unidades de velocidade podem ser obtidas substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados, o metro por qualquer unidade legal de comprimento e o segundo por qualquer unidade legal de tempo.

II. Para medir a velocidade de embarcações pode ser utilizado o nó, considerado como equivalente a 1 milha marítima internacional por hora. (*).

76. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
metro por segundo	<i>m/s</i>	1 <i>m/s</i>
metro por minuto	<i>m/min</i>	$\frac{1}{60}$ <i>m/s</i>
centímetro por segundo	<i>cm/s</i>	$\frac{1}{100}$ <i>m/s</i>
quilômetro por hora	<i>km/h</i>	$\frac{1}{3,6}$ <i>m/s</i>
nó		0,51478 <i>m/s</i>

(*) A Comissão de Metrologia resolveu alterar dêsse modo a primitiva definição que era: "1 milha náutica por hora".

77. NOTA — De acordo com a observação I, podemos adotar ainda outras unidades como por exemplo o decímetro por minuto (*dm/min.*). A relação de uma outra unidade qualquer para o *m/s* será o quociente das relações dos dois termos do símbolo dessa unidade, respectivamente, para o *min* e para o *s*. Assim, sendo 1 *dm* = 0,1 *m* e 1 *min* = 60 *s*, teremos

$$1 \text{ dm/min} = \frac{0,1}{60} = 0,16666 \text{ m/s}$$

78. MUDANÇA DE UNIDADE — 1.º — Referir ao *m/min* uma velocidade de 540 *m/s*. Tem-se

$$540 \text{ m/s} = 540 \times \frac{1}{60} \text{ m/min} = 9 \text{ m/min}$$

2.º — Referir ao *m/s* uma velocidade de 40 *m/min*. Tem-se

$$40 \text{ m/min} = 40 \times 60 \text{ m/s} = 240 \text{ m/s}$$

3.º — Referir ao *cm/s* uma velocidade de 3,7 *m/s*. Tem-se

$$3,7 \text{ m/s} = 3,7 \times 100 = 370 \text{ cm/s}$$

4.º — Referir ao *m/s* uma velocidade de 85 *cm/s*. Tem-se

$$85 \text{ cm/s} = 85 : 100 = 0,85 \text{ m/s}$$

5.º — Referir ao *m/s* uma velocidade de 400 *km/h*. Tem-se

$$400 \text{ km/h} = 400 \times 3,6 = 1440 \text{ m/s}$$

6.^o — Referir ao km/h uma velocidade de 45,9 m/s. Tem-se

$$45,9 \text{ m/s} = 45,9 \times \frac{1}{3,6} = \frac{45,9}{3,6} = \frac{459}{36} = \frac{51}{4} = 12,75 \text{ km/h}$$

7.^o — Referir ao m/s uma velocidade de 20 nós Tem-se

$$20 \text{ nós} = 20 \times 0,51478 \text{ m/s} = 10,2956 \text{ m/s.}$$

8.^o — Expressar em nós uma velocidade de 25,722 m/s. Tem-se

$$25,7395 \text{ m/s} = 25,739 \div 0,51478 = 50 \text{ nós.}$$

VELOCIDADE ANGULAR

79. UNIDADE LEGAL — É o radiano por segundo cujo símbolo é rd/s.

80. DEFINIÇÃO — O radiano por segundo é a velocidade angular de um movel que, animado de um movimento de rotação uniforme, gira de um ângulo de 1 radiano durante 1 segundo.

81. OBSERVAÇÃO — Outras unidades de velocidade angular podem ser obtidas, substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados, o radiano por qualquer unidade legal de ângulo e o segundo por qualquer unidade legal de tempo.

82. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
radiano por segundo	rd/s	1 rd/s
rotação por segundo ou volta por segundo.	r.p.s	2π rd/s
rotação por minuto ou volta por minuto.	r.p.m	$\frac{2\pi}{60}$ rd/s

83. NOTAS — I. É evidente que $1 \text{ r. p. s} = 60 \text{ r. p. m.}$

II. De acordo com a observação supra podemos obter outras unidades, como, por exemplo, *rotação por hora* (r. p. h.) ou radiano por minuto (rd/m). A razão de uma outra unidade qualquer para o rd/s, por exemplo, será o quociente das razões dos dois termos do símbolo dessa unidade respectivamente para o rd e para o s. Sendo 1 rotação = 2π rd. e lh = 86500s, teremos

$$1 \text{ r.p.h} = 1 \text{ r/h} = \frac{2\pi}{86400} \text{ rd/s} = \frac{\pi}{43200} \text{ rd/s.}$$

84. MUDANÇA DE UNIDADE — I. Expressar em radianos por segundo uma velocidade angular de 10 voltas por segundo.

Resol.: $10 \text{ r.p.s} = 10 \times 2\pi \text{ rd/s} = 20\pi \text{ rd/s} = 62,832 \text{ rd/s}$.

Resp.: $62,832 \text{ rd/s}$.

II. *Expressar em rotações por segundo uma velocidade angular de 50 rd/s.*

$$\text{Resol.: } 50 \text{ rd/s} = \frac{50}{2\pi} \text{ r.p.s} = \frac{25}{\pi} \text{ r.p.s} =$$

$$= 25 \times 0,31831 \text{ r.p.s} = 7,957 \text{ r.p.s}$$

Resp.: $7,957 \text{ r.p.s}$

III. *Referir a rotações por minuto uma velocidade angular de 200 rd/s.*

$$\text{Resol.: } 200 \text{ rd/s} = \frac{200}{2\pi} \text{ r.p.m} = \frac{200 \times 60}{2\pi} = \frac{600}{\pi} =$$

$$= 600 \times 0,31831 = 190,986 \text{ r.p.m.}$$

Resp.: $190,986 \text{ r.p.m.}$

IV. *Reduzir a rd/s uma velocidade angular de 30 r.p.m.*

$$\text{Resol.: } 30 \text{ r.p.m.} = 30 \times \frac{2\pi}{60} = \pi \text{ r.p.m.} = 3,142 \text{ r.p.m.}$$

Resp.: $3,142 \text{ r.p.m.}$

V. *Reduzir a r.p.m uma velocidade angular de 15,435 r.p.s.*

$$\text{Resol.: } 15,435 \text{ r.p.s.} = 15,435 \times 60 = 926,1 \text{ r.p.m.}$$

Resp.: $926,1 \text{ r.p.m.}$

VI. *Expressar em r.p.s uma velocidade angular de 843,03 r.p.m.*

$$\text{Resol.: } 843,03 \text{ r.p.m} = \frac{843,03}{60} \text{ r.p.s} = 14,0505 \text{ r.p.s}$$

Resd.: $14,0505 \text{ r.p.s}$

ACELERAÇÃO

85. UNIDADE LEGAL — É o metro por segundo. v

~~85. UNIDADE LEGAL — É o metro por segundo~~
cujo símbolo é $m/s/s$ ou m/s^2 . *por segundo*

86. DEFINIÇÃO — O metro por segundo v é a aceleração de um movel animado de um movimento retilíneo uniformemente variado e cuja velocidade sofre em 1 segundo um acréscimo de 1 metro por segundo.

87. OBSERVAÇÃO — Outras unidades de aceleração podem ser obtidas substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados o metro por qualquer unidade legal de comprimento e o segundo por qualquer unidade legal de tempo.

88. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS: —

Nomes	Símbolos	Valores
metro por segundo por segundo	m/s/s ou m/s ²	m/s ²
centímetro por segundo por segundo	cm/s/s ou cm/s ²	0,01 m/s ²

89. NOTA — De acordo com a observação supra, podemos obter outras unidades, como, por exemplo, o km/min.². A razão de uma outra unidade qualquer para o m/s², por exemplo, será o quociente da razão do numerador do símbolo dessa unidade para o metro, dividida pelo quadrado da razão do denominador de tal unidade para o segundo. Assim, sendo

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}; 1 \text{ min} = 60 \text{ s}, \text{ temos } 1 \text{ km/min}^2 = \\ = \frac{1000}{60^2} = \frac{1000}{3600} = \frac{5}{18} \text{ m/s}^2$$

90. MUDANÇA DE UNIDADE — I. Reduzir a cm/s² uma aceleração de 12,5 m/s².

$$\text{Resol.: } 12,5 \text{ m/s}^2 = 12,5 \times 100 = 1250 \text{ cm/s}^2$$

II. Expressar em m/s² uma aceleração de 380 cm/s².

$$\text{Resol.: } 380 \text{ cm/s}^2 = \frac{380}{100} \text{ m/s}^2 = 3,8 \text{ m/s}^2.$$

MASSA

91. UNIDADE LEGAL — É o quilograma cujo símbolo é kg.

92. DEFINIÇÃO — O quilograma é a massa do protótipo internacional do quilograma de platina iridiada que foi sancionado pela 1.^a Conferência Geral de Pesos e Medidas e que se acha depositado na Repartição Internacional de Pesos e Medidas.

93. OBSERVAÇÃO — Seus múltiplos e sub-múltiplos decimais designam-se de acôrdo com o quadro II, tomando-se como base para formação dos múltiplos e sub-múltiplos o grama que é igual à fração 0,001 da massa do protótipo internacional do quilograma.

A massa de 2 decigramas pode ser denominada quilate quando utilizada nas medidas relativas a pedras preciosas e metais preciosos.

94. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolo	Valores
tonelada	t	1 000 000 g
quilograma	kg	1 000 g
hectograma	hg	100 g
decagrama	dag	10 g
grama	g	1 g
decigrama	dg	0,1 g
centigrama	cg	0,01 g
miligrama	mg	0,001 g
quilate		0,2 g

95. NOTAS — I. Na linguagem usual diz-se peso no sentido de massa, confusão esta que convem evitar.

Faz-se mister acentuar a distinção entre peso e massa. O peso de um corpo, sendo a força que o atrai para o centro da Terra, não depende apenas dêsse corpo, mas também de sua posição em relação à Terra; varia conforme o corpo se ache no polo ou no equador, ao nível do mar ou a uma grande altitude. Essas variações podem ser verificadas pela distensão que êsse corpo imprimiria a u'a mola bastante sensível. A massa de um corpo, a qual caracteriza a sua inércia, ao contrário, conserva-se absolutamente invariável, qualquer que seja a posição dêsse corpo. Na realidade, são as massas que se comparam e se medem com a balança: as massas de dois corpos são iguais quando, colocados nos dois pratos de uma balança justa e sensível, êsses dois corpos se fazem equilíbrio ou, quando, colocados, um após o outro, no mesmo prato de uma balança sensível, fazem equilíbrio a um terceiro corpo. Esse equilíbrio se manterá quando a balança fôr transportada para qualquer latitude ou altitude.

II. De acordo com a definição do litro, dado no n.º 46, o quilograma é a massa de 1 litro de agua destilada e isenta de ar, à temperatura de 4.º C e sob a pressão atmosférica normal. Tem-se, portanto, que 1 litro de água pura tem (praticamente) a massa de 1 quilograma. Daí resulta que 1 m³ de água pesa (*) 1 t e

(*) Empregamos, aqui e em todo êste capítulo, o verbo *pesar* no sentido de *ter a massa de*, emprego tanto mais justificavel quanto a massa se obterá por uma operação que se chama *pesada*.

1 cm³ de água pesa 1g. E' utli reter essas correspondências.

II. O quilograma tinha sido definido, pela Comissão que creou o sistema métrico, como a massa de um decímetro cúbico d'agua a 4º C. Segundo trabalhos recentes, o volume de um quilograma d'agua, no seu máximo de densidade e sob pressão de 760 mm de Hg, seria

$$1,000028 \text{ dm}^3$$

com um erro possivel de uma ou duas unidades sobre o último algarismo.

Disso resulta que a massa de um decímetro cúbico seria $\frac{1}{1,000028}$ kg ou cerca de 0,999972 kg.

Por aí se vê que, na prática corrente, não se precisa levar em conta a distinção entre o litro e o decímetro cúbico. Tais distinções só precisam ser conservadas nas pesquisas de ordem científica e de alta precisão.

96. MUDANÇA DE UNIDADE — Faz-se como para unidades lineares, um vez que a relação entre dois múltiplos e submúltiplos consecutivos é 10, exceto para a tonelada e o quilograma que é 1000 e para o quilate e o decigrama que é 2.

I. Referir ao grama u'a massa de 3,7 kg. Basta deslocar-se a vírgula 3 casas para a direita. Tem-se 3,7 kg. = 3700 g.

II. Reduzir a kg. u'a massa de 19,3 t.

Resol.: desloca-se a vírgula três casas para a direita; tem-se $19,3 \text{ t} = 19300 \text{ kg}$.

II. *Exprimir em g u'a massa de 3,5 cg.*

Resol.: desloca-se a vírgula duas casas para a esquerda. Tem-se $3,5 \text{ cg} = 0,035 \text{ g}$.

97. DETERMINAÇÃO DE MASSAS E VOLUMES DE ÁGUA DISTILADA — Dado um certo volume de água distilada, expresso em m^3 , ou em dm^3 (litros) ou em cm^3 , obtem-se imediatamente a massa dessa água, conservando o próprio número que exprime o volume dado e referindo-o, respectivamente, à tonelada, ao kg. ou ao grama. Si o volume dado estiver referido a outra unidade de volume, será conveniente reduzi-lo primeiro a uma das tres unidades acima indicadas.

Dada uma certa massa de água distilada, expressa em toneladas, em kg. ou em gramas, teremos imediatamente o volume dessa massa d'água, conservando o mesmo número e substituindo a unidade respectivamente por m^3 , ou por dm^3 (litro) ou por cm^3 .

Exemplos: I. *Determinar a massa de $234,45 \text{ m}^3$ de água.*

Resp.: $235,45 \text{ t}$.

II. *Determinar a massa de $85,47 \text{ l}$ de água.*

Resp.: $85,47 \text{ kg}$.

III. *Determinar a massa de $56,43 \text{ km}^3$ de água.*

Resol.: $56,43 \text{ km}^3 = 56\,430\,000\,000 \text{ m}^3$.

Resp.: $56\,430\,000\,000 \text{ t} = 5643 \times 10^7 \text{ t} = 5643 \times 10^{10} \text{ kg}$.

IV. *Determinar o volume ocupado por $37,85 \text{ g}$ de água.*

Resp.: $37,85 \text{ cm}^3$.

V. *Qual o volume de água que tem u'a massa de $385,6 \text{ dg}$?*

Resol.: $385,6 \text{ dg} = 38,56 \text{ g}$.

Resp.: $38,56 \text{ cm}^3$.

MASSA ESPECÍFICA OU DENSIDADE ABSOLUTA

98. UNIDADE LEGAL — E' o grama por centímetro cúbico, cujo símbolo é g/cm^3 .

99. DEFINIÇÃO — O grama por centímetro cúbico é a massa específica de um corpo homogêneo no qual cada centímetro cúbico tem a massa de 1 grama.

100. OBSERVAÇÕES — I. Outras unidades de massa específica podem ser obtidas substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados, o grama por qualquer unidade legal de massa e o centímetro cúbico por qualquer unidade legal de volume.

II. Para fins legais a massa específica da água distilada e isenta de ar, à temperatura de 4°C , pode ser considerada como equivalente a 1 g/cm^3 .

Quando se usar a expressão *densidade* para exprimir a relação entre a massa específica de um corpo e a massa específica de outro corpo, tomado como termo de comparação, deve-se mencionar explicitamente, em cada caso, qual o corpo que serve como termo de comparação e denominar essa grandeza *densidade relativa*. Poderá ser omitida essa menção explícita quando se tomar para termo de comparação um corpo cuja massa específica seja igual a 1 g/cm^3 .

101. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
grama por centímetro cúbico	g/cm^3	1 g/cm^3
quilograma por decímetro cúbico	kg/dm^3	1 g/cm^3
tonelada por metro cúbico	t/m^3	1 g/cm^3
quilograma por metro cúbico	kg/m^3	$0,001 \text{ g/cm}^3$
grama por metro cúbico	g/m^3	$0,000 \ 001 \text{ g/m}^3$

102. NOTA — De acordo com a observação I, podemos obter outras unidades, como, por exemplo, o *centígrama por milímetro cúbico* ou o *decígrama por litro*. A razão de uma dessas unidades para o g/cm^3 , por exemplo, será o quociente das razões dos dois termos de tal unidade para o g e o cm^3 , respectivamente. Assim, sendo $1 \text{ dg} = 0,1 \text{ g}$ e $1 \text{ l} = 1000 \text{ cm}^3$, tem-se

$$1 \text{ dg/l} = \frac{0,1}{1000} \text{ g/cm}^3 = 0,0001 \text{ g/cm}^3.$$

103. MUDANÇA DE UNIDADE — 1.º *Exprimir em g/cm^3 a densidade absoluta de um corpo, que se acha expressa por $5,8 \text{ kg/m}^3$.*

$$\text{Resol.: } 5,8 \text{ kg/m}^3 = \frac{5,8}{1000} = 0,0058 \text{ g/cm}^3.$$

2.º — *Exprimir em g/m^3 a densidade específica de um corpo, que se acha expressa por $2,5 \text{ kg/dm}^3$.*

$$\text{Resp.: } 2,5 \text{ kg/dm}^3 = 2,5 \text{ g/cm}^3 = 2,5 \times 0,000 \ 001 = 0,000 \ 0025 \text{ g/m}^3.$$

3.º — *Um corpo pesa (*) $3,5 \text{ t}$ por metro cúbico. Determinar a sua massa específica em kg/dm^3 .*

$$\text{Resp.: } 3,5 \text{ t/m}^3 = 3,5 \text{ kg/dm}^3.$$

4.º — *100 m^3 de um corpo pesam $583,6 \text{ kg}$. Determinar a massa específica desse corpo em g/cm^3 .*

$$\text{Resol.: si } 100 \text{ m}^3 \text{ pesam } 583,6 \text{ kg, } 1 \text{ m}^3 \text{ pesará } \frac{583,6}{100} \text{ kg.} = 5,836 \text{ kg. A massa específica é, pois, } 5,836 \text{ kg/m}^3 = 5,836 \times 0,001 = 0,005836 \text{ g/cm}^3.$$

5.º — *10 litros de um corpo pesam 500 g . Determinar a densidade específica em g/m^3 .*

$$\text{Resol.: si } 10 \text{ litros pesam } 500 \text{ g, } 1 \text{ l pesará } \frac{500}{10} = 50 \text{ g} = 0,05 \text{ kg. A densidade específica será, pois, } 0,05 \text{ kg/dm}^3 = 0,05 \text{ g/cm}^3 = 0,05 \times 1000000 = 50000 \text{ g/m}^3.$$

(*) Ver nota da pag. 70.

FORÇA

104. 1.^a UNIDADE LEGAL — E' a *dina*, cujo símbolo é *d*.

105. DEFINIÇÃO.— A *dina* é a força que imprime à massa de 1 grama uma aceleração constante de 1 centímetro por segundo.

106. OBSERVAÇÃO — Seus múltiplos e sub-múltiplos decimais designam-se de acôrdo com o quadro II.

A força de 100 megadinas pôde ser denominada *esteno*.

107. MÚLTIPLOS E SUB-MÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
esteno	sth	100 000 000 d
megadina	Md	1 000 000 d
dina	d	1 d
microdina	μd	0,000 001 d

108. 2.^a UNIDADE LEGAL — E' o *grama-força*, cujo símbolo é *gf*, *g**, ou *g*.

109. DEFINIÇÃO — O *grama-força* é a força que imprime à massa de 1 grama uma aceleração de 980,665 centímetros por segundo por segundo.

110. OBSERVAÇÕES.— I. O grama-força é igual à força que se exerce sobre a massa de 1 grama submetida à ação normal da gravidade; a ação normal da gravidade sendo aquela que comunica a 1 grama em queda livre, uma aceleração igual a 980,665 cm/s/s.

II. A palavra *fôrça* poderá ser omitida na denominação dessas unidades e os símbolos *g*, *kg*, *t*, *dg*, *cg*, *mg* e *μg* poderão ser usados sempre que não possa haver dúvida sobre o seu significado.

III. Para fins legais um grama-força pode ser considerado como equivalente a 981 dinas.

111 — MÚLTIPLOS E SUB-MÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
tonelada-força	tf, t* ou t	1 000 000 g*
kilograma-força	kgf, kg* ou kg	1 000 g*
grama-força	gf, g* ou g	1 g*
decigrama-força	dgf, dg* ou dg	0,1 g*
centigrama-força	cgf, cg* ou cg	0,01 g*
miligrama-força	mgf, mg* ou mg	0,001 g*
micrograma-força	μgf, μg* ou μg	0,000 001 g*

112. MUDANÇA DE UNIDADE — Servem os mesmos exemplos dados para as unidades de massa, subs-

tituindo-se apenas os símbolos, t , kg , ... por tf ou t^* , kgf ou kg^* ...

Daremos apenas alguns exemplos da conversão do sistema dina, para o sistema quilograma e vice-versa.

Exemplos: I. Reduzir a toneladas-fôrça uma fôrça de 22,5 estenos.

$$\begin{aligned} \text{Resol.: } 22,5 \text{ sth} &= 2250\ 000\ 000d = \frac{2250000000}{981} \text{ gf} = \\ &= \frac{250000000}{109} \text{ gf} = 2294587 \text{ gf} = 2,294587 \text{ tf} = \\ &= 2,3 \text{ tf (ap}^{\text{te}}\text{).} \end{aligned}$$

II. Reduzir a microdinas uma fôrça de 50 cg^* .

$$\begin{aligned} \text{Resol.: } 50 \text{ cg}^* &= 0,5 \text{ g}^* = (0,5 \times 981) d = (0,5 \times \\ &\times 981 \times 10^6) \mu d = 490500000 \mu d. \end{aligned}$$

PRESSÃO

113. 1.^a UNIDADE LEGAL — É a dina por centímetro quadrado ou bária ou micro-Bar, cujos símbolos são d/cm^2 ou b ou μBar .

114. DEFINIÇÃO — A dina por centímetro quadrado, também denominada bária ou micro-Bar, é a pressão exercida por uma fôrça de 1 dina uniformemente distribuída sobre uma superfície de área igual a 1 centímetro quadrado e normal à direção da fôrça.

115. OBSERVAÇÃO — Outras unidades de pressão podem ser obtidas substituindo-se no nome, na de-

finição e no símbolo acima mencionados, a dina por qualquer unidade legal de fôrça e o centímetro quadrado por qualquer unidade legal de área.

116. MÚLTIPLOS E SUB-MÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
megadina por centímetro quadrado ou megabária ou Bar ou hectopiezo	Md/cm^2 ou Mb ou Bar ou hpz	$1\ 000\ 000\ d/cm^2$
quilograma-fôrça por centímetro quadrado	kg^*/cm^2	$980\ 665\ d/cm^2$
quilograma-fôrça por metro quadrado	kg^*/m^2	$98,066\ 5\ d/cm^2$
dina por centímetro quadrado ou bária ou micro-Bar	d/cm^2 ou b ou μBar	$1\ d/cm^2$

117. NOTA — De acordo com a observação supra, podemos obter outras unidades, como, por exemplo, a tonelada-fôrça por decímetro quadrado (t^*/dm^2). A relação de uma dessas unidades para o kg^*/cm^2 , por exemplo, será o quociente das razões dos dois termos do símbolo dessa unidade, respectivamente, para o kg^* e para o cm^2 . Assim, sendo $1\ t^* = 1000\ kg^*$ e $1\ dm^2 = 100\ cm^2$, tem-se $1\ t^*/dm^2 = \frac{1000}{100} kg^* cm^2 = 10\ kg^*/cm^2$.

118. MUDANÇA DE UNIDADE — 1.^o — *Expressar em méga-bárias uma pressão de 50 kg*/cm².*

$$\text{Resol.: } 50 \text{ kg}^*/\text{cm}^2 = (50 \times 980665) \text{ d/cm}^2 = \\ = \frac{50 \times 980665}{1000000} \text{ Mb} = 49,03325 \text{ Mb.}$$

2.^o — *Referir ao kgf/m² uma pressão de 39,2266 Md/cm².*

$$\text{Resol.: } 39,2266 \text{ Md/cm}^2 = (39,2266 \times 10^6) \text{ d/cm}^2 = \\ = \frac{39,2266 \times 10^6}{98,0665} \text{ g}^*/\text{cm}^2 = 400\,000 \text{ kg}^*/\text{m}^2.$$

119. 2.^a UNIDADE LEGAL — E' a atmosfera cujo símbolo é *atm*.

120. DEFINIÇÃO — A atmosfera é a pressão exercida sobre sua base por uma coluna de mercúrio de 760 mm de altura vertical, submetida à ação normal da gravidade e à temperatura de 0° C.

121. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais não têm designação própria.

II. Para fins legais 1 atmosfera pode ser considerada como equivalente a 1,033 23 kg*/cm² ou 1,013 25 megabárias.

III. A pressão atmosférica normal equivale a 1 atmosfera.

122. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
atmosfera	atm	1 013 250 d/cm ²
esteno por metro quadrado ou piezo	pz	10 000 d/cm ²

123. 3.^a UNIDADE LEGAL — E' o milímetro de coluna de mercúrio cujo símbolo é *mm. de mercúrio*.

124. DEFINIÇÃO — O milímetro de coluna de mercúrio é a pressão equivalente a $\frac{1}{760}$ da atmosfera. O milímetro de coluna de mercúrio vale 1333,2 d/cm².

125. 4.^a UNIDADE LEGAL — E' o metro de coluna d'água, cujo símbolo é *m. d'água*.

126. DEFINIÇÃO — O metro de coluna d'água é a pressão equivalente a $\frac{1}{10,3323}$ da atmosfera. O m. d'água também equivale a 98066,5 d/cm².

127. MUDANÇA DE UNIDADE — 1.^o — *Expressar em piezos uma pressão de 4 atm.*

$$\text{Resol.: } 4 \text{ atm} = (4 \times 1013250) \text{ d/cm}^2 = \\ = \frac{4 \times 1013250}{10000} \text{ pz} = 405,3 \text{ pz.}$$

2.^o — *Expressar em piezos uma pressão de 0,01 m d'água.*

$$\text{Resol.: } 0,01 \text{ m. d'água} = (0,01 \times 98066,5) \text{ d/cm}^2 = \\ = \frac{0,01 \times 98066,5}{10000} \text{ pz} = 0,0980665.$$

3.^o — *Expressar em mm. de mercúrio uma pressão de 10 m. d'água.*

$$\text{Resol.: } 10 \text{ m. d'água} = \frac{10}{10,3323} \text{ atm.} = \frac{10}{10,3323} \times \\ \times 760 \text{ mm. de mercúrio} = 735 \text{ mm. de mercúrio (ap}^{\text{te}}).$$

PESO ESPECÍFICO

128. UNIDADE LEGAL — É o grama-fôrça por centímetro cúbico, cujo símbolo é g*/cm³

129. DEFINIÇÃO — O grama-força por centímetro cúbico é o peso específico de um corpo homogêneo no qual cada centímetro cúbico tem um peso igual a 1 grama-fôrça.

130. OBSERVAÇÕES — I. Outras unidades de pêso específico podem ser obtidas substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados, o grama-fôrça por qualquer unidade legal de força e o centímetro cúbico por qualquer unidade legal de volume.

II. Para fins legais o peso específico da água destilada e isenta de ar, à temperatura de 4° C, pôde ser considerada como equivalente a 1 grama-fôrça por centímetro cúbico.

131. MÚLTIPLOS E SUB-MÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
quilograma-fôrça por centímetro cúbico	kg*/cm ³	1 000 g*/cm ³
grama-fôrça por centímetro cúbico	g*/cm ³	1 g*/cm ³
quilograma-fôrça por decímetro cúbico	kg*/dm ³	1 g*/cm ³
tonelada-fôrça por metro cúbico	t*/m ³	1 g*/cm ³
dina por centímetro cúbico	d/cm ³	$\frac{1}{980,665} \text{ g*/cm}^3$
quilograma-fôrça por metro cúbico	kg*/m ³	0,001 g*/cm ³

132. NOTA — De acordo com a observação supra, podemos obter outras unidades como, por exemplo, o *decigrama-fôrça por milímetro cúbico* (dg./mm³).

A razão de uma dessas unidades para uma outra do quadro acima, será o quociente das razões dos termos da primeira respectivamente pelos termos da segunda. Assim, sendo 1 dg* = 0,1 g* e 1 mm³ = 0,001 cm³, tem-se 1 dg* mm³ = $\frac{0,1}{01,00} \text{ g* cm}^3 = 100 \text{ g* cm}^3$.

133. MUDANÇA DE UNIDADE — O peso específico de um corpo é $40 \text{ kg}^*/\text{m}^3$. Expressar esse peso específico em d/cm^3 .

$$\text{Resol.: } 40 \text{ kg}/\text{m}^3 = (40 \times 0,001) \text{ g}/\text{cm}^3 = (40 \times 0,001 \times 980,665) \text{ d}/\text{cm}^3 = 39,2266 \text{ d}/\text{cm}^3.$$

TRABALHO MECÂNICO E ENERGIA

134. 1.^a UNIDADE LEGAL — É o joule ou megadecímetro cujo símbolo é *j* ou *Md. dm*.

135. DEFINIÇÃO — O joule é o trabalho produzido por uma força constante e igual a 1 megadina, deslocando o seu ponto de aplicação em sua direção e em seu sentido de um comprimento igual a 1 decímetro.

136. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais designam-se de acordo com o quadro II.

II. Outras unidades de trabalho podem ser obtidas substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados, a megadina por qualquer unidade legal de força e o decímetro por qualquer unidade legal de comprimento.

III. Ao quilograma-metro dá-se a denominação abreviada de *quilogrâmetro*. O símbolo *kgm* será usado quando não possa haver dúvida sobre o seu significado.

137. MÚLTIPLOS E SUB-MÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
megajoule	Mj	1 000 000 j
quilojoule	kj	1 000 j
quilogrâmetro	kg*m ou kgm	9,806 65 j
joule ou megadina decímetro	j ou Md.dm	1 j
dina-centímetro ou erg	d.cm ou e	0,000 000 1 j

138. NOTA — De acordo com a observação supra, podemos obter outras unidades, como, por exemplo, a *tonelada-centímetro* (tcm). A razão de uma dessas unidades, para uma das do quadro acima, será o produto das razões dos dois factores do símbolo da primeira para os factores correspondentes do símbolo da segunda. Assim, sendo $1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$ e $1 \text{ cm} = 0,1 \text{ dm}$, tem-se $1 \text{ tcm} = (1000 \times 0,1) \text{ kgm} = 100 \text{ kgm}$.

139. MUDANÇA DE UNIDADE — 1.^o Expressar em *Mj* um trabalho de 500000 kgm.

$$\text{Resol.: } 500000 \text{ kgm} = (500000 \times 9,80665) \text{ j} = \frac{500000 \times 9,80665}{1000 \ 000} \text{ MJ} = 4,903325 = 4,9 \text{ MJ (ap}^{\text{te}}\text{.)}$$

2.^o — Referir ao kgm. uma energia de
392266000 e.

$$\begin{aligned} \text{Resol.: } 392266000 \text{ e} &= 392266000 \times 10^{-7} \text{ j} = \\ &= 39,2266 \text{ j} = \frac{39,2266}{9,80665} \text{ kgm} = 4 \text{ kgm}. \end{aligned}$$

140. 2.^a UNIDADE LEGAL — E' o *watt-segundo*, cujo símbolo é *ws*.

141. DEFINIÇÃO — O *watt-segundo* é o trabalho desenvolvido durante um segundo num sistema em que a potência se mantém invariável e igual a 1 watt.

142. OBSERVAÇÃO — Outras unidades de trabalho podem ainda ser obtidas, substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados, o watt por qualquer unidade legal de potência e o segundo por qualquer unidade legal de tempo.

143. MÚLTIPLOS E SUB-MÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
quilowatt-hora	kwh	3 600 000 j
watt-hora	wh	3 600 j
watt-segundo	ws	1 j

144. NOTA — De acordo com a observação supra, podemos obter outras unidades, como, por exemplo, o *quilowatt-minuto*. A relação de uma dessas unidades para uma das unidades do quadro acima, será o produto das razões dos fatores do símbolo da primeira para os fatores correspondentes do símbolo da

segunda. Assim, sendo $1 \text{ kw} = 1000 \text{ w}$ e $1 \text{ min.} = 60 \text{ s}$, tem-se $1 \text{ kw min.} = (1000 \times 60) \text{ ws.} = 60000 \text{ ws.}$

145. MUDANÇA DE UNIDADE — Exemplos. I. *Expressar em megajoules uma energia de 2500 wh.*

$$\text{Resol.: } 2500 \text{ wh} = (2500 \times 3600) \text{ j} = 9000000 \text{ j} = 9 \text{ Mj.}$$

II. *Expressar em wh um trabalho de 500 kgm.*

$$\begin{aligned} \text{Resol.: } 500 \text{ kgm} &= (500 \times 9,80665) \text{ j} = \\ \frac{500 \times 9,80665}{3600} \text{ wh} &= \frac{5 \times 9,80665}{4 \times 9} = \frac{49,03325}{4 \times 9} = \frac{12,258312}{9} \\ &= 1,362 \text{ 034 wh} \end{aligned}$$

III. *Referir ao ws um trabalho de 850000 d.cm.*

$$\text{Resol.: } 85000 \text{ d. cm.} = (85000 \times 0,000 \text{ 000 } 1) \text{ j} = 0,0085 \text{ j} = 0,0085 \text{ ws.}$$

POTÊNCIA

146. 1.^a UNIDADE LEGAL — E' o *joule por segundo* ou *watt*, cujo símbolo é *j/s* ou *w*.

147. DEFINIÇÃO — O *joule por segundo*, também denominado *watt*, é a potência constante de um sistema no qual se desenvolve um trabalho de 1 joule durante 1 segundo.

148. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais designam-se de acôrdo com o quadro II.

II. Outras unidades de potência podem ser obtidas substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados, o joule por qualquer unidade legal de trabalho e o segundo por qualquer unidade legal de tempo.

149. MÚLTIPLOS E SUB-MÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
quilowatt	kw	1 000 w
quilogrâmetro por segundo	kgm/s	9,806 65 w
joule por segundo ou watt	j/s ou w	1 w
erg por segundo	e/s	0,000 000 1 w

150. NOTA — De acordo com a observação supra, podemos obter outras unidades, como, por exemplo, a *toneladadecímetro por hora* (tdm/h). A razão de uma dessas unidades para uma das unidades do quadro acima será o resultado da substituição dos símbolos das unidades, que figuram no símbolo da primeira, pelas razões dessas unidades para as que figuram no símbolo da segunda. Assim, sendo $1 t = 1000 \text{ kg}$, $1 \text{ dm} = 0,1 \text{ m}$ e $1 \text{ h} = 86400 \text{ s}$, tem-se

$$1 \text{ tdm/h} = \frac{1000 \times 0,1}{86400} \text{ kgm/s} = \frac{1}{864} \text{ kgm/s}$$

151. 2.^a UNIDADE LEGAL — É o *cavalo-vapor*, cujo símbolo é *c. v.*

152. DEFINIÇÃO — O *cavalo-vapor* é a potência equivalente a 75 quilogrâmetros por segundo.

153. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos decimais não têm designação própria.

II. O *cavalo-vapor* equivale a 735,5 w.

154. MUDANÇA DE UNIDADE — I *Expressar em kw uma potência de 800 c. v.*

$$\begin{aligned} \text{Resol.: } 800 \text{ c.v.} &= (800 \times 735,5) \text{ w} = \\ &= \frac{800 \times 735,5}{1000} \text{ kw} = 588,4 \text{ kw.} \end{aligned}$$

II. *Referir ao kgm/s uma potência de 1,6 c. v.*

$$\text{Resol.: } 1,6 \text{ c.v.} = (1,6 \times 75) \text{ kgm/s} = 120 \text{ kgm/s.}$$

III. *Quantos c. v. representa uma potência de 147 100 000 e/s.*

$$\begin{aligned} \text{Resol.: } 147 \text{ 100 000 c/s} &= (1471 \times 10^5 \times 10^{-7}) \text{ w} = \\ &= \frac{1471 \times 10^{-2}}{7355 \times 10^{-1}} \text{ c.v.} = 0,02 \text{ c.v.} \end{aligned}$$

MOMENTO DE FÔRÇA

155. UNIDADE LEGAL — É o metro-quiograma-fôrça cujo símbolo é *m.kg**.

156. DEFINIÇÃO. O metro-quilograma-força é o momento de uma força cuja intensidade é igual a 1 quilograma-força e cujo braço de alavanca em relação ao ponto ou ao eixo considerado é igual a 1 metro.

157. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais não têm designação própria.

II. Outras unidades de momento de força podem ser obtidas substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados, o quilograma-força por qualquer unidade legal de força e o metro por qualquer unidade legal de comprimento.

158. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
metro - quilograma-força	m. kg*	1 m.kg*
centímetro - grama-força	cm. g*	0,000 01 m.kg*

159. NOTA — De acordo com a observação II, supra, podemos obter outras unidades, como, por exemplo, *decímetro-centígrama-força* (dm. cg *).

A razão de uma dessas unidades para uma das unidades do quadro acima será o produto das razões dos fatores do símbolo da primeira para os fatores correspondentes do símbolo da segunda. Assim, sendo $1\text{dm} = 10\text{cm}$ e $1\text{cg}^* = 0,01\text{g}^*$,

tem-se

$$1\text{ dm. cg}^* = (10 \times 0,01)\text{ cm.g}^* = 0,1\text{ cm.g}^*.$$

MOMENTO DE INERCIA

160. UNIDADE LEGAL — É o *quilogrametro quadrado*, cujo símbolo é kg. m^2 .

161. DEFINIÇÃO — O *quilogrametro quadrado* é o momento de inércia em relação a um eixo, de uma massa de 1 quilograma, suposta concentrada em um ponto situado a 1 metro de distância do referido eixo.

162. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais não têm designação própria.

II. Outras unidades de momento de inércia podem ser obtidas substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados, o quilograma por qualquer unidade legal de massa e o metro por qualquer unidade legal de comprimento.

163. NOTA — De acordo com a observação II podemos, por exemplo, adotar a *gramacentímetro quadrado* cujo símbolo será g. cm^2 . A razão de uma outra unidade para o kg. m^2 será o produto das razões dos dois fatores do símbolo dessa unidade para o kg e o m^2 , respectivamente. Assim, sendo $1\text{g} = 0,001\text{kg}$ e $1\text{cm}^2 = 0,0001\text{m}^2$, temos $1\text{g. cm}^2 = (0,001 \times 0,0001)\text{kg.m}^2 = 0,0000001\text{kg.m}^2$.

Do mesmo modo $1\text{ t.dm}^2 = (1000 \times 0,01)\text{kg.m}^2 = 10\text{kg.m}^2$.

DIFERENÇA DE TEMPERATURA

164. UNIDADE LEGAL — É o grau centesimal, centigrado ou de *Celsius*, cujo símbolo é o °C ou °.

Também se pode usar o grau absoluto ou *Kelvin*, cujo valor é igual ao grau centigrado e cujo símbolo é °abs. ou °K.

165. DEFINIÇÃO — O grau centesimal, cujas outras denominações estão indicadas acima, é a diferença de temperatura equivalente a 1 grau da escala termodinâmica, representada de acordo com as prescrições estabelecidas nas resoluções das Conferências Gerais de Pesos e Medidas.

166. OBSERVAÇÕES — I. O símbolo ° será usado quando não possa haver dúvida sobre o seu significado.

II. As temperaturas referidas ao zero da escala centesimal, centígrada ou Celsius que é a temperatura normal de fusão do gelo, serão representadas pelo símbolo °C.

III. As temperaturas referidas ao zero absoluto, que corresponde à temperatura — 273,16° C, serão representadas pelos símbolos °abs. ou °K.

167. NOTA — Para referir ao zero da escala centígrada uma temperatura referida ao zero absoluto, basta diminuir-lhe de 273,16; para referir ao zero absoluto uma temperatura referida ao grau centígrado, basta adicionar-lhe 273,16. Assim,

$$348^{\circ} \text{K} = (348 - 273,16)^{\circ} \text{C} = 74,84^{\circ} \text{C}$$

$$47,5^{\circ} \text{C} = (47,5 + 273,16)^{\circ} \text{K} = 320,66^{\circ} \text{K}$$

QUANTIDADE DE CALOR

168. UNIDADE LEGAL — É a caloria, cujo símbolo é cal.

169. DEFINIÇÃO — A caloria é a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de um grama de água pura de 14,5°C a 15,5°C sob a pressão atmosférica normal.

170. OBSERVAÇÃO — Na técnica da refrigeração poderá ser usada a denominação *frigoria* como equivalente a uma quantidade de calor de 1 quilo-caloria retirada de um sistema material.

171. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
termia	th	1 000 000 cal
militermia	mth	1 000 cal
quilo-caloria ou grande caloria	kcal	1 000 cal
frigoria	fg	1 000 cal
caloria ou pequena caloria ou caloria grama	cal	1 cal
microtermia	μth	1 cal
milicaloria	mcal	0,001 cal
microcaloria	μcal	0,000 001 cal

172. MUDANÇA DE UNIDADES — Sendo a relação entre dois múltiplos ou submúltiplos consecutivos sempre igual a 1000, a mudança de unidade se faz como para os submúltiplos do m³, isto é, deslocando a vírgula de um número triplo de casas para a direita ou para a esquerda. Assim:

$$\begin{aligned} 3,5 \text{ th} &= 3500 \text{ mth} = 3\ 500\ 000 \text{ cal} = 3\ 500\ 000 \mu\text{th} \\ 54\ 000\ 000\ 000 \mu\text{cal} &= 5\ 400\ 000 \text{ mcal} = 4500 \mu\text{th} = \\ &= 4500 \text{ cal} = 4,5 \text{ mth} = 0,0045 \text{ th}. \end{aligned}$$

INTENSIDADE LUMINOSA

173. UNIDADE LEGAL — É a *vela internacional* cujo símbolo é *v. i.*

174. DEFINIÇÃO — A *vela internacional* é a intensidade luminosa definida em função da média das intensidades médias horizontais, sob determinado regime de funcionamento, de um grupo de lampadas elétricas conservadas no "Bureau of Standards" em Washington, no Laboratório Central da "Société Française des Electriciens", em Paris e no "National Physical Laboratory", em Londres.

175. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos não têm designação própria.

I. Para fins legais, a *vela decimal* definida como a fração 1/20 do padrão *violle* pôde ser considerada como equivalente à *vela internacional*.

FLUXO LUMINOSO

176. UNIDADE LEGAL — É o *lumen* cujo símbolo é *Lm.*

177. DEFINIÇÃO — O *lumen* é o fluxo luminoso emitido no interior de um ângulo sólido de 1 esferoradiano por uma fonte puntiforme de intensidade invariável, de mesmo valor em todas as direções, e igual a 1 *vela internacional*.

178. OBSERVAÇÃO — Seus múltiplos e submúltiplos não têm designação própria.

LUMINAMENTO OU ILUMINÂNCIA OU ACLARAMENTO

179. UNIDADE LEGAL — É o *lux*, cujo símbolo é *lux.*

180. DEFINIÇÃO — O *lux* é o iluminamento de uma superfície de área igual a 1 metro quadrado recebendo na direção normal um fluxo luminoso de 1 *lumen*, uniformemente distribuído.

181. OBSERVAÇÃO — Seus múltiplos e submúltiplos decimais não têm designação própria, com exceção do *fot* (símbolo: *f*) que vale 10.000 *lux*.

BRILHO SUPERFICIAL OU BRILHÂNCIA

182. UNIDADE LEGAL — É a *vela internacional por centímetro quadrado*, cujo símbolo é $v, i/cm^2$.

183. DEFINIÇÃO — A *vela internacional por centímetro quadrado* é o brilho superficial de uma fonte cuja área é de 1 centímetro quadrado e cuja intensidade na direção normal à superfície é uniforme, invariável e igual a 1 vela internacional.

184. OBSERVAÇÃO — Seus múltiplos e submúltiplos não têm designação própria. A vela por centímetro quadrado pode ser denominada *Stilb* cujo símbolo é Sb .

RADIÂNCIA

185. UNIDADE LEGAL — É o *radiolux* ou *lumen por centímetro quadrado*, cujo símbolo é $rdlux$ ou Lm/m^2 .

186. DEFINIÇÃO — O *radiolux* ou *lumen por centímetro quadrado* é a radiância de uma superfície que irradia uniformemente um fluxo de 1 lumen por metro quadrado.

187. OBSERVAÇÃO — Seus múltiplos e submúltiplos decimais não têm designação própria, com exceção do *radiofot* (símbolo: $rdfot$), o qual vale 10.000 Lm/m^2 .

CONVERGÊNCIA

188. UNIDADE LEGAL — É a *dioptria*, cujo símbolo é di ou g .

189. DEFINIÇÃO — A *dioptria* é a convergência de um sistema ótico cuja distância focal é igual a 1 metro.

190. OBSERVAÇÃO — Seus múltiplos e submúltiplos decimais não têm designação própria.

INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA

191. UNIDADE LEGAL — É o *ampère internacional*, cujo símbolo é A .

192. DEFINIÇÃO — O *ampère internacional* é a intensidade de uma corrente elétrica invariável que, atravessando uma solução aquosa de nitrato de prata, de acordo com as condições estabelecidas pela Repartição Internacional de Pesos e Medidas, deposita 0,001118 00 gramas de prata por segundo.

193. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais designam-se de acordo com o quadro II.

II. A palavra Internacional poderá ser omitida no nome da unidade e de seus múltiplos e submúltiplos.

194. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
quilo ampère	kA	1000 A
ampère	A	1 A
miliampère	mA	0,001 A
microampère	μ A	0,000 001 A

195. MUDANÇA DE UNIDADE — Sendo 1000 a razão de cada múltiplo ou submúltiplo para o imediatamente inferior, as mudanças de unidade se fazem como para os submúltiplos do m^3 .

RESISTÊNCIA ELÉTRICA

196. UNIDADE LEGAL — É o *ohm internacional*, cujo símbolo é Ω .

197. DEFINIÇÃO — O *ohm internacional* é a resistência oferecida a uma corrente elétrica invariável por uma coluna de mercúrio de massa igual a 14,452 1 gramas, cuja área da secção transversal é constante e cujo comprimento é de 106,300 centímetros mantida à temperatura de 0°C .

198. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais designam-se de acordo com o quadro II.

II. A palavra Internacional poderá ser omitida no nome da unidade e de seus múltiplos e submúltiplos.

199. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
megohm	M Ω	1 000 000 Ω
ohm	Ω	1 Ω
microhm	μ Ω	0,000 001 Ω

DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO
OU TENSÃO ELÉTRICA E FORÇA
ELECTRO-MOTRIZ

200. UNIDADE LEGAL — É o *volt internacional*, cujo símbolo é V .

201. DEFINIÇÃO — O *volt internacional* é a diferença de potencial elétrico existente entre as extremidades de um condutor de resistência igual a 1 ohm internacional, percorrido por uma corrente de intensidade invariável, igual a 1 ampère internacional.

202. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais designam-se de acordo com o quadro II.

II. A palavra Internacional poderá ser omitida no nome da unidade e de seus múltiplos e submúltiplos.

203. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
quilovolt	kV	1 000 V
volt	V	1 V
milivolt	mV	0,001 V
microvolt	μ V	0,000 001 V

QUANTIDADE DE ELETRICIDADE OU MASSA ELÉTRICA

204. UNIDADE LEGAL — É o coulomb internacional ou ampère-segundo, cujo símbolo é C ou As.

205. DEFINIÇÃO — O coulomb internacional ou ampère-segundo é a quantidade de electricidade que atravessa durante 1 segundo uma secção transversal qualquer de um condutor percorrido por uma corrente de intensidade invariável, igual a 1 ampère internacional.

206. OBSERVAÇÕES — I. Os múltiplos decimais do coulomb designam-se de acordo com o quadro II.

II. A palavra Internacional poderá ser omitida no nome da unidade e de seus múltiplos e submúltiplos.

III. Outras unidades de quantidade de electricidade podem ser obtidas substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima mencionados, o ampère

por qualquer unidade legal de intensidade de corrente elétrica e o segundo por qualquer unidade legal de tempo.

207. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
ampère hora	Ah	3 600 C
quilocoulomb	kC	1 000 C
coulomb	C	1 C
ampère segundo	As	1 C
microcoulomb	μ C	0,000 001 C

208. NOTA — De acordo com a observação III, podemos obter outras unidades, como, por exemplo, o microampère segundo (μ As.). A razão de uma dessas unidades para uma das unidades do quadro acima será o produto das razões dos fatores do símbolo da primeira para os fatores correspondentes do símbolo da segunda. Assim, sendo $1\mu\text{a} = 0,000\ 001\ \text{A}$ e $1\text{s} = \frac{1}{3600}\ \text{h}$, tem-se

$$1\ \mu\text{As} = 10^{-6} \times \frac{1}{36} \cdot 10^{-2}\ \text{Ah} = \frac{10^8}{36}\ \text{Ah} \text{ ou } \frac{1}{36 \times 10^8}\ \text{Ah}.$$

209. MUDANÇA DE UNIDADE — I. Expressar em μC a massa elétrica de 0,0005 Ah.

$$\text{Resol.: } 0,0005\ \text{Ah} = (0,0005 \times 3600)\ \text{C} = (0,0005 \times 3600 \times 10^6)\ \mu\text{C} = 1800\ 000\ \mu\text{C}.$$

II. Referir ao Ah uma quantidade de electricidade de 14,4 kC.

$$\begin{aligned} \text{Resol.: } 14,4 \text{ kC} &= (14,4 \times 1000) \text{ C} = \\ &= \frac{14,4 \times 1000}{3600} \text{ Ah} = 4 \text{ Ah.} \end{aligned}$$

CAPACIDADE ELÉTRICA

210. UNIDADE LEGAL — É o farad internacional, cujo símbolo é F.

211. DEFINIÇÃO — O farad internacional é a capacidade de um condensador que, carregado com uma quantidade de electricidade igual a 1 coulomb internacional, apresenta entre suas armaduras uma diferença de potencial de 1 volt internacional.

212. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais designam-se de acordo com o quadro II.

II. A palavra Internacional poderá ser omitida no nome da unidade e de seus múltiplos e submúltiplos.

213. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
fárad	F	1 F
microfarad	μF	0,000 001 F
micromicrofarad	$\mu\mu\text{F}$	0,000 000 000 001 F

214. MUDANÇA DE UNIDADE — I. Expressir em $\mu\mu\text{F}$ a capacidade eléctrica de 0,00000532 F.

$$\begin{aligned} \text{Resol.: } 0,000\ 00532 \text{ F} &= 532 \times 10^{-8} \text{ F} = (532 \times \\ &\times 10^{-8} \times 10^{12}) \mu\mu\text{F} = 532 \times 10^4 \mu\mu\text{F} = \\ &= 5320000 \mu\mu\text{F.} \end{aligned}$$

II. Expressir em F uma capacidade eléctrica de 18 540 000 000 $\mu\mu\text{F}$.

$$\begin{aligned} \text{Resol.: } 18\ 540\ 000\ 000 \mu\mu\text{F} &= 1854 \times 10^7 \mu\mu\text{F} = \\ &= 1854 \times 10^7 \times 10^{-12} \text{ F} = 1854 \times 10^{-5} = 0,01854 \text{ F.} \end{aligned}$$

INDUÇÃO PRÓPRIA, SELF-INDUÇÃO OU COEFICIENTE DE SELF-INDUÇÃO E INDUÇÃO MÚTUA OU COEFICIENTE DE INDUÇÃO MÚTUA

215. UNIDADE LEGAL — É o henry internacional, cujo símbolo é H.

216. DEFINIÇÃO — O henry é a indução própria de uma bobina na qual se produz uma força electromotriz de 1 volt internacional, quando a intensidade da corrente que a percorre varia uniformemente à razão de 1 ampère internacional por segundo.

217. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais designam-se de acordo com o quadro II.

II. A palavra Internacional poderá ser omitida no nome da unidade e de seus múltiplos e submúltiplos.

218. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
henry	H	1 H
milihenry	mH	0,001 H
microhenry	μ H	0,000 001 H

POTÊNCIA ELÉTRICA

219. UNIDADE LEGAL — É o *watt internacional* cujo símbolo é *W*.

220. DEFINIÇÃO — O *watt internacional* é a potência elétrica desenvolvida num circuito fechado em que a força eletromotriz é invariável e igual a 1 volt internacional e a intensidade da corrente elétrica, também invariável, é igual a 1 ampère internacional.

221. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais designam-se de acordo com o quadro II.

II. A palavra Internacional poderá ser omitida no nome da unidade e de seus múltiplos e submúltiplos.

III. Para fins legais o watt internacional pôde ser considerado como equivalente a 10 000 000 erg/s.

222. MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
quilowatt	kW	1 000 W
quilovolt ampère	kVA	1 000 W
hectowatt	hW	100 W
watt	W	1 W
volt ampère	VA	1 W

TRABALHO ELÉTRICO E ENERGIA ELÉTRICA

223. UNIDADE LEGAL — É o *joule internacional* ou *watt segundo*, cujo símbolo é *J* ou *Ws*.

224. DEFINIÇÃO — O *joule* ou *watt segundo* é o trabalho desenvolvido durante 1 segundo num sistema em que a potência elétrica se mantém invariável e igual a 1 watt internacional.

225. OBSERVAÇÕES — I. Seus múltiplos e submúltiplos decimais designam-se de acordo com o quadro II.

II. A palavra Internacional poderá ser omitida no nome da unidade e de seus múltiplos e submúltiplos.

III. Para fins legais 1 joule internacional pôde ser considerado como equivalente a 10 000 000 erg.

IV. Outras unidades de energia elétrica podem ser obtidas substituindo-se no nome, na definição e no símbolo acima indicados, o watt por qualquer unidade legal de potência elétrica e o segundo por qualquer unidade legal de tempo.

226. MÚLTIPLOS E SUB-MÚLTIPLOS USUAIS:

Nomes	Símbolos	Valores
quilowatt hora	kWh	3 600 000 J
watt hora	Wh	3 600 J
quilojoule	kJ	1 000 J
joule	J	1 J
watt segundo	Ws	1 J

227. NOTA — De acordo com a observação III, podemos obter outras unidades, como, por exemplo, o *hectowatt-minuto*. A razão de uma dessas unidades para uma das unidades do quadro acima será o produto das razões dos elementos do símbolo da primeira para os elementos correspondentes do símbolo da segunda. Assim sendo

$$1 \text{ hW} = 100 \text{ W e } 1 \text{ min} = 60\text{s}$$

tem-se

$$1 \text{ hW min} = (100 \times 60) \text{ Ws} = 6000 \text{ Ws} = 6000 \text{ J}$$

228. OBSERVAÇÕES GERAIS — I. Na simbologia das unidades elétricas podem ser utilizadas letras minúsculas.

II. Na simbologia das unidades constantes deste quadro poderão ser usadas outras grafias algebricamente equivalentes. Assim para *centímetro por segundo* poderão ser adotadas, por exemplo, as seguintes grafias:

$$\frac{\text{cm}}{\text{s}}, \text{ cm} / \text{s}, \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}.$$

2.^a PARTE

Unidades Estrangeiras

A) UNIDADES INGLÊSAS (IMPERIAIS)

1. Damos a seguir, para diversas espécies de grandezas, as denominações das unidades inglêsas (imperiais), usadas na Inglaterra e nos vários paizes do Imperio Britânico, acompanhadas das respectivas abreviaturas inglêsas e valores convertidos em unidades legais, conforme o "Quadro III" do Regulamento, acompanhadas de notas explicativas e complementares.

2. COMPRIMENTO (Quadro II):

DENOMINAÇÃO DA UNIDADE			Valor convertido em unidades legais
Em inglês	Em português	Abreviação inglêsa	
1 inch	1 polegada	in.	25,400 mm
1 foot	1 pé	ft.	0,304 80 m
1 yard	1 jarda	yd.	0,914 399 m
1 fathom	1 braça	fath.	1,828 8 m
1 pole	1 vara		5,029 2 m
1 chain		ch.	20,116 8 m
1 furlong		fur.	201,168 m
1 mile	1 milha	mi.	1,609 3 km

3. **RELAÇÕES ENTRE UNIDADES INGLÊSAS DE COMPRIMENTO** — Completando o quadro acima, damos a seguir algumas relações entre as unidades inglesas de comprimento.

1 milha marítima	=	2029 jardas
1 milha = 8 furlongs	=	1760 jardas
1 jarda	=	3 pés
1 pé	=	12 polegadas
1 furlong = 40 varas	=	110 braças
1 braça	=	2 jardas
1 corrente = 22 jardas	=	100 links
1 vara = 5 1/2 jardas		

Convem notar as seguintes relações inversas:

$$1 \text{ metro} = 39,37 \text{ (aprox. } 39 \frac{3}{8} \text{) polegadas}$$

$$1 \text{ quilômetro} = \frac{5}{8} \text{ da milha (aprox.)}$$

4. **USO DAS UNIDADES DE COMPRIMENTO** — Os pequenos comprimentos são medidos em pés e polegadas, algumas vezes em jardas, pés e polegadas, como:

$$8 \text{ ft. } 5 \text{ in. ou } 2 \text{ yd. } 2 \text{ ft. } 5 \text{ in.}$$

As grandes distâncias (medidas itinerárias) são expressas em milhas e jardas: 5 mi. 540 yd.

Os comprimentos menores que 1 polegada são expressos em frações de polegadas, que tenham para denominadores as potências de 2; 2; 4; 8; 16; 32; 64...

5. **OUTRO SÍMBOLO PARA PÉ E POLEGADA** — No comércio, usa-se para indicar pé e polegada, os símbolos ' e ", em vez de ft. e in.

Assim, em vez de 8 ft. 5 in., escreve-se

$$8' 5''$$

6. **UNIDADES INGLÊSAS DE ÁREA (Quadro II):**

DENOMINAÇÃO DA UNIDADE			Valor contido em unidades legais
Em inglês	Em português	Abreviação inglesa	
1 square inch	1 polegada quadrada	sq. in.	6,451 6 cm ²
1 square foot	1 pé quadrado	sq. ft.	9,290 3 dm ²
1 square yard	1 jarda quadrada	sq. yd.	0,836 126 m ²
1 perch			25,293 m ²
1 rood			10,117 a
1 acre	1 acre	A.	0,404 68 ha
1 square mile	1 milha quadrada	sq. mi.	259,00 ha

7. **RELAÇÕES ENTRE AS UNIDADES INGLÊSAS DE ÁREA** — Para as unidades que são derivadas de uma unidade de comprimento, isto é, aquelas cuja denominação contem o adjetivo *quadrado* (*square*), as razões de duas unidades de área são os quadrados das razões das unidades correspondentes de comprimento. Temos assim;

- 1 milha quadrada = 1760^2 ou 2097600 jardas quadradas.
 1 jarda quadrada = 3^2 ou 9 pés quadrados
 1 pé quadrado = 12^2 ou 144 polegadas quadradas

Além das unidades contidas no quadro acima, usam-se ainda a *vara* quadrada (*square pole*) e a *square chain*:

- 1 vara quadrada = $(5 \frac{1}{2})^2$ ou $30 \frac{1}{4}$ jardas quadradas.
 1 *square chain* = 22^2 ou 484 jardas quadradas.

8. UNIDADES AGRARIAS — Para a medida de superfícies de terrenos, empregam-se as unidades, chamadas *agrárias*:

- 1 milha quadrada . = 640 acres
 1 acre = 4 roods . = 4840 jardas quadradas
 1 rood = 40 varas quadradas

O *rood* e o *acre* não se derivam de nenhuma unidade linear. Convem, entretanto, observar que um *acre* é quasi igual à área de um quadrado que tenha 70 jardas de lado, o qual mede 70^2 ou 4900 jardas quadradas, ao passo que o *acre* tem 4840 jardas quadradas.

Convem, ainda, notar que se tem

$$1 \text{ acre} = 10 \text{ square chains}$$

9. VALORES CONVERTIDOS EM UNIDADES LEGAIS — Para as unidades derivadas de uma nulidade linear, os valores convertidos em unidades legais, e que

figuram no quadro do n.º 6, resultam da elevação ao quadrado do valor da unidade de comprimento correspondente.

Convem notar as seguintes relações inversas

$$1 \text{ metro quadrado} \dots = 1550 \text{ polegadas quadradas}$$

$$1 \text{ metro quadrado} \dots = 10 \frac{3}{4} \text{ pés quadrados}$$

$$1 \text{ hectare} \dots \dots \dots = 2 \frac{1}{2} \text{ acres (aprox.}^{\text{te}})$$

10. UNIDADES DE VOLUME — (Quadro II):

DENOMINAÇÃO DA UNIDADE			Valor convertido em unidades legais
Em inglês	Em português	Abreviações em inglês	
1 cubic inch	1 polegada cúbica	cu. in.	16,387 cm ³
1 cubic foot	1 pé cúbico	cu. ft.	0,028 317m ³
1 cubic yard	1 jarda cúbica	cu. yd.	0,764 553m ³

11. RELAÇÕES ENTRE AS UNIDADES INGLÊSAS DE VOLUME — A razão de duas unidades de volume é o cubo da razão das unidades lineares, de que aquelas se derivam. Tem-se assim:

$$1 \text{ jarda cúbica} \dots = 3^3 \text{ ou } 27 \text{ pés cúbicos}$$

$$1 \text{ pé cúbico} \dots = 12^3 \text{ ou } 1728 \text{ polegadas cúbicas}$$

Os valores dessas unidades convertidas em unidades legais são os cubos dos valores das unidades correspondentes de comprimento,

12. UNIDADES COMUNS DE CAPACIDADE:

DENOMINAÇÃO DA UNIDADE			Valor convertido em unidades legais
Em inglês	Em português	Abreviação em inglês	
1 gill	1 quarta 1 galão	gi.	1,42 dl
1 pint		pi. (ou) pt.	0,568 l
1 quart		qt.	1,136 l
1 gallon		gal.	4,545 963 l
1 peck		pk.	9,092 l
1 bushel		bu.	3,637 dal
1 quarter			2,909 hl

13. RELAÇÕES ENTRE AS UNIDADES DE CAPACIDADE — Entre as unidades inglesas de capacidade, ha as seguintes relações:

- 1 galão = 4 quartas
 1 quarta = 2 pints
 1 peck = 2 galões
 1 bushel = 8 galões

Convem notar a seguinte relação inversa

$$1 \text{ litro} = 1,76 \text{ pints.}$$

14. UNIDADES DE CAPACIDADE PARA FARMACÊUTICOS (*Apothecaries' measure*):

DENOMINAÇÃO DA UNIDADE			Valor convertido em unidades legais
Em inglês	Em português	Abreviação inglesa	
1 minim	1 escrópulo	min.	0,059 ml
1 fluid scruple		fl. s. (ou) s	1,184 ml
1 fluid drachm		fl. dr.	3,552 ml
1 fluid ounce		fl. oz.	2,841 23 cl
1 pint		pt. (ou) pi.	0,568 l
1 gallon		gal.	4,5452963 l

15. UNIDADES DE MASSA PARA MEDIDAS COMUNS (*Avoirdupois Weight*):

DENOMINAÇÃO DA UNIDADE			Valor convertido em unidades legais
Em inglês	Em português	Abreviação inglesa	
1 grain	1 grão	gr.	0,064 8 g
1 dram	1 dracma	dr.	1,772 g
1 ounce	1 onça	oz.	28,350 g
1 pound	1 libra	lb.	0,453 592 43 kg
1 stone			6,350 kg
1 quarter			12,70 kg
1 hundredweight	1 tonelada	cwt.	50,80 kg
1 ton		tn.	1 016,0 kg

Para distinguir as unidades deste grupo (*avoirdupois*) das outras que veremos a seguir, costuma-se,

às vezes, fazer seguir a abreviação de cada unidade de *avdp.* ou *do.*: lb. avdp. ou lb. do.; oz. avdp, ou oz. do.

16. RELAÇÕES ENTRE AS UNIDADES INGLÊSAS DE MASSA (*avoirdupois*) — Entre as unidades inglesas de massa do sistema *avoirdupois*, ha as seguintes relações:

1 tonelada	=	20 hundredweights
1 hundredweight		4 quarters
1 quarter	=	28 libras
1 libra	=	16 onças
1 onça	=	16 dracmas
1 libra	=	7.000 grãos

Convem notar as seguintes relações inversas para as unidades legais:

$$1 \text{ grama} \dots\dots = 15 \frac{1}{2} \text{ grãos (ap}^{\text{te}}\text{.)}$$

$$1 \text{ quilograma} \dots = 2 \frac{1}{2} \text{ libras (ap}^{\text{te}}\text{.)}$$

17. CORRESPONDÊNCIA ENTRE MASSAS E VOLUMES DE ÁGUA DISTILADA — Convem notar as seguintes correspondências entre certos volumes de agua distilada e as respectivas massas.

$$1 \text{ polegada cúbica de água distilada pesa } 252 \frac{1}{4} \text{ grãos}$$

$$1 \text{ galão de água distilada pesa } 10 \text{ lb.}$$

$$1 \text{ metro cúbico de água distilada pesa } 2500 \text{ lb (ap}^{\text{te}}\text{.)}$$

18. UNIDADES DE MASSA PARA PEDRAS E METAIS PRECIOSOS (*troy weight*):

DENOMINAÇÃO DA UNIDADE			Valor convertido em unidades legais
Em inglês	Em português	Abreviação inglesa	
1 grain	1 grão	gr.	0,064 8 g
1 pennyweight		dwt.	1,555 2 g
1 troy ounce	1 onça	oz. tr.	31,103 5 g

19. RELAÇÕES ENTRE AS UNIDADES DO SISTEMA TROY — Entre estas unidades ha as seguintes relações:

$$1 \text{ libra troy} = 12 \text{ onças troy}$$

$$1 \text{ onça troy} = 480 \text{ grãos}$$

20. UNIDADES DE MASSA PARA FARMACÊUTICOS. (*apothecaries' weight*):

DENOMINAÇÃO DA UNIDADE			Valor convertido em unidades legais
Em inglês	Em português	Abreviação inglesa	
1 grain	1 grão	gr.	0,064 8 g
1 scruple	1 escrópulo	s. ap. (ou) ↗	1,296 g
1 drachm	1 dracma	dr. ap.	3,888 g
1 ounce	1 onça	oz. Apoth.	31,103 5 g

20 A UNIDADE DE VELOCIDADE. No sistema inglês ou F. P. S. (*foot, pound, second*), a unidade de massa é uma libra (*pound*); a unidade de velocidade é a velocidade de 1 pé (*foot*) por segundo.

20 B UNIDADE DE FORÇA: POUNDAL. A unidade de força no sistema F. P. S. chama-se *poundal*. O *poundal* é a força que imprime, à massa de uma libra e por segundo, um acréscimo de velocidade de um pé por segundo. Também se pode dizer que é a força que imprime à massa de 1 libra uma aceleração constante de 1 pé por segundo por segundo.

Um *poundal* equivale a 14,096 gramas-força e a 13825,3 dinas.

Considerando a aceleração da gravidade (g) como aproximadamente igual a 32 pés por segundo por segundo, 1 *poundal* equivale aproximadamente a $\frac{1}{32}$ do peso de uma libra, isto é, ao peso de meia onça.

20 C UNIDADE DE PRESSÃO. É a libra por polegada quadrada (*pound per square inch*) que equivale a 0,0704 kg/cm². Também se usa a libra por pé quadrado (*pound per square foot*) que equivale a 48,8 g/dm² e a libra por jarda quadrada (*pound per square yard*) que equivale a 542,5 g/m².

20 D UNIDADE DE MASSA ESPECÍFICA OU DENSIDADE ABSOLUTA. Geralmente se usa a onça por pé cúbico (oz. per cu. ft.) ou a libra por pé cúbico (lb. per cu. ft.). A densidade da água, 1 g/cm³, correspondente a 998,8 oz. per cu. ft. e a 62,321 lb. per cu. ft.

Grandeza	DENOMINAÇÃO DA UNIDADE			Valor convertido em unidades legais
	Em inglês	Em português	Abreviação inglesa	
Comprimento	1 inch	1 polegada	in.	2,540 005 cm
	1 link	1 pé	li.	20,116 84 cm
	1 foot		ft.	30,480 06 cm
	1 yard	1 jarda	yd.	91,440 18 cm
	1 rod		rd.	502,921 0 cm
	1 chain		ch.	20,116 84 m
	1 mile	1 milha	mi.	1 609,347 2 m
Área	1 square inch	1 polegada quadrada	sq. in.	6,451 626 cm ²
	1 square link		sq. li.	404,687 3 cm ²
	1 square foot	1 pé quadrado	sq. ft.	929,034 1 cm ²
	1 square yard	1 jarda quadrada	sq. yd.	0,836 130 7 m ²
	1 square rod		sq. rd.	25,292 95 m ²
	1 square chain		sq. ch.	404,687 3 m ²
	1 acre	1 acre	acre	4 046,873 m ²
	1 square mile	1 milha quadrada	sq. mi	2,589 998 km ²
	Volume	1 cubic inch	1 polegada cúbica	cu. in.
1 cubic foot		1 pé cúbico	cu. ft.	28,317 016 dm ³
1 cubic yard		1 jarda cúbica	cu. yd.	0,764 559 4 m ³
Capacidade (Liquid measure)	1 minim		min. ou M.	0,061 610 2 ml
	1 fluid dram	1 dracma	fl. dr.	3,696 61 ml
	1 fluid ounce	1 onça	fl. oz.	29,572 9 ml
	1 gill		gi.	0,118 292 1
	1 liquid pint		liq. pt.	0,473 167 1
	1 liquid quart	1 quarta	liq. qt.	0,946 333 1
	1 gallon	1 galão	gal.	3,785 332 1
Capacidade (dry measure)	1 dry pint		pt.	550,599 ml
	1 dry quart	1 quarta	qt.	1,101 198 1
	1 peck		pk.	8,809 58 1
	1 bushel		bu.	35,238 3 1
	1 cubic inch	1 polegada cúbica	cu. in.	16,386 1 ml
Massa (Unidades menores ou iguais a 1 libra)	1 grain	1 grão	grain	0,064 798 918 g
	1 apoth. scruple	1 escrópulo	s. ap. ou	1,295 978 4 g
	1 pennyweight		dwt.	1,555 174 0 g
	1 avoirdram	1 dracma	dr. avdp.	1,771 845 4 g
	1 apoth. dram	1 dracma	dr. ap.	3,887 935 1 g
	1 avoirdounce	1 onça	oz. avdp.	28,349 527 g
	1 apoth. (or) troy ounce	1 onça		31,103 481 g
	1 apoth. (or) troy pound	1 libra	oz. ap. (ou) oz. t	373,241 77 g
	1 avoird pound	1 libra	lb. ap. (ou) lb. t	453,592 427 7 g
			lb. avdp.	
Massa (Unidades maiores que 1 libra)	1 short hundred weight		cwt.	45,359 243 kg
	1 short ton	1 tonelada	tn. sh.	907,184 86 kg
	1 long ton	1 tonelada	tn. l.	1 016,047 04 kg

Essas regras se aplicam aos complexos de unidades inglesas. Daremos a seguir alguns exemplos.

I. Reduzir 2 yd. 2 ft. $8\frac{7}{8}$ in a polegadas (inches). Tem-se

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 3 \\ \hline 6 \\ \times 2 \\ \hline 8 \\ \times 12 \\ \hline 96 \\ \times 8 \\ \hline 104 \\ \times 8 \\ \hline 832 \\ \times 7 \\ \hline 839 \end{array}$$

$$\text{Resp.: } 8\text{yd. } 2\text{ft. } 8\frac{7}{8}\text{ in} = \frac{839}{8}\text{ in.}$$

II. Reduzir 2 yd. 2 ft. $8\frac{7}{8}$ in a decimal da jarda.

Resol.: podemos reduzir o complexo a fração ordinária da jarda, o que dá $\frac{839}{288}$ yd. e converter esta ordinária em decimal. Ou, então, podemos dividir o número de unidades de cada sub-múltiplo (a começar pelo oitavo de polegada) pelo número de vezes que êle se contem no sub-múltiplo superior, acrescentando a cada quociente a parte inteira correspondente, que fi-

gura em o número proposto, como se acha indicado no algoritmo abaixo, usado pelos ingleses:

$$\begin{array}{r} 8 \overline{) 7} \\ 12 \overline{) 8,875} \\ 3 \overline{) 2,73958\dots} \\ \hline 2,91319\dots \end{array}$$

Assim, o resultado aproximado até à 5.^a decimal é 2,91319 yd.

Esta operação é conhecida pelo nome de *decimalização*.

II. Achar o número de toneladas, quintais, quartas, libras e onças inglesas que ha em 37834 onças.

O quociente inteiro de 37834 por 16, número de onças que formam 1 libra, dará o número de libras que ha em 37834 onças e obtem-se 2364 libras com um resto de 10 onças que figurarão no complexo procurado. O quociente inteiro de 2364 por 28 é o número de quartas que contém o peso dado; acham-se 84 quartas e um resto de 12 libras; o quociente de 84 por 4 nos dá o número de quintais, 21; o quociente de 21 por 20 nos dá 1 tonelada e um resto de 1 quintal.

$$\begin{array}{r} 37834 \overline{) 16} \\ 58 \overline{) 2364} \\ 103 \overline{) 124} \\ 74 \overline{) 12} \\ 10 \overline{) 84} \\ 4 \overline{) 4} \\ 0 \overline{) 21} \\ 1 \overline{) 20} \\ 1 \end{array}$$

logo:

$$37834 \text{ oz.} = 1 \text{ tn. } 1 \text{ cwt. } 0 \text{ qr. } 12 \text{ lb. } 10 \text{ oz.}$$

23. NOTA — Como, na decimalização de complexos, em geral, só se obtém o valor do complexo aproximado até uma certa ordem decimal, é útil fazer as seguintes observações, a respeito de conversão das unidades inglesas.

1.º — Sendo $1 \text{ yd} = (3 \times 12) \text{ in} = 36 \text{ in} = \frac{144}{4} \text{ in.}$, uma fração decimal da yd aproximada até à 2.ª decimal representa o comprimento dado a menos de $\frac{1}{4} \text{ in.}$

2.º — Sendo $1 \text{ tn.} = 2240 \text{ lb.}$, um decimal de tonelada aproximado até à 4.ª ordem, representa o peso dado a menos de 1 lb.

Assim, se tivermos um peso representado por 5,3873587 tn., esse peso pôde ser substituído por 5,3874 tn., se admitirmos um erro menor que 1 lb.

24. CONVERSÃO DE UNIDADES INGLÊSAS EM UNIDADES LEGAIS BRASILEIRAS E VICE-VERSA — Resolveremos os seguintes problemas tipos.

I. Converter em metros um comprimento de $3 \text{ yd. } 2 \text{ ft. } 8 \frac{3}{4} \text{ in.}$

Servindo-nos das relações de todas as unidades para o sistema métrico, temos:

$$\begin{aligned} 3 \text{ yd} &= 0,0144 \text{ m} \times 3 = 2,7432 \text{ m} \\ 2 \text{ ft.} &= 0,3048 \text{ m} \times 2 = 0,6096 \text{ m} \\ 8 \text{ in.} &= 0,0254 \text{ m} \times 8 = 0,2032 \text{ m} \\ 3/4 \text{ in.} &= 0,0063 \text{ m} \times 3 = 0,0189 \text{ m} \\ &\hline &3,5749 \text{ m} \end{aligned}$$

somando, tem-se, para valor do comprimento dado, 3,5749 m.

É preferível fazer a conversão usando a relação de uma das unidades para o sistema métrico, a do pé, por exemplo. Reduzindo o complexo dado a fração ordinária do pé inglês, acha-se $\frac{563}{48} \text{ ft.}$ e para valor em metros.

$$0,3048 \times \frac{563}{48} = 3,575 \text{ m.}$$

I. Uma chapa de ferro tem de comprimento 6 ft. e de largura 4 ft. 8 in. Qual é a massa dessa chapa sabendo que cada m^2 pesa 50 kg?

Devemos achar a superfície da chapa em m^2 ; a largura da chapa é 4 ft. 8 in. ou $4 \frac{8}{12} \text{ ft.} = 4 \frac{2}{3} \text{ ft.} = \frac{14}{3} \text{ ft.}$ A superfície em sq. ft. (pés quadrados) é igual ao produto do comprimento pela largura em ft.; isto é,

$$\left(6 \times \frac{14}{3} \right) \text{ sq. ft.} = 28 \text{ sq. ft.}$$

Tomando para valor do sq. ft. $0,0929 \text{ m}^2$, tem-se $28 \text{ sq. ft.} = 0,0929 \text{ m}^2 \times 28 = 2,6012 \text{ m}^2$. A massa procurada será $50 \text{ kg.} \times 2,6012 = 130,060 \text{ kg.}$ ou, aproximadamente, 130 kg.

III. Converter $152,40 \text{ kg}$ em unidades de massa do sistema inglês, sabendo que $1 \text{ lb.} = 0,4536 \text{ kg}$.

O quociente de $152,40 \text{ kg}$ por $0,4536 \text{ kg}$ nos dá o número pedido de lb. representado pela fração

$$\frac{152,40 \text{ lb.}}{0,4536} = \frac{1524000 \text{ lb.}}{4536} = \frac{190500 \text{ lb.}}{567}$$

Convertendo-se esta fração em complexo, tem-se $335 \text{ lb. } 15 \text{ oz. } \frac{125}{189} \text{ oz.}$ ou $2 \text{ cwt. } 3 \text{ qr. } 15 \text{ oz.}$ a menos de 1 oz.

IV. Avaliar em unidades inglesas a capacidade da caixa que tem as seguintes dimensões: comprimento $3,2 \text{ m}$, largura 25 dm , altura 98 cm . Sabemos que o volume é dado, em m^3 , pela fórmula

$$V = c l a.$$

onde c, l, a representam o comprimento, a largura e a altura expressos em metros. No caso, tem-se

$$V = 3,2 \times 2,5 \times 0,98 = 7,84 \text{ m}^3 = 7840 \text{ l}$$

Sabemos que o galão inglês tem $4,543 \text{ l}$, logo a capacidade da caixa em galões será o quociente de 7840

$$\text{por } 4,543, \text{ isto é } \frac{7840}{4543} \text{ gal} = \frac{7840000}{4543} \text{ gal.}$$

$$= 1725 \text{ gal. } 2 \text{ qt. } 1 \text{ pt.} = 215 \text{ bu. } 2 \text{ pk. } 1 \text{ gal. } 2 \text{ qt. } 1 \text{ pt.}$$

Podíamos também achar o volume da caixa em jardas cúbicas, etc., dividindo $7,84 \text{ m}^3$ por $0,763552 \text{ m}^3$ que é o valor de uma cu. yd. e teríamos:

$$\frac{7850000}{763552} \text{ cu. yd.} = 10 \text{ cu. yd. } 7 \text{ cu. ft. } 398 \text{ cu. in.}$$

25. ALGUNS PROBLEMAS SOBRE UNIDADES INGLÊSAS — I Qual é a massa de 700 jardas cúbicas de terra, se 21 pés cúbicos pesam uma tonelada?

Resol.: $700 \text{ cu. yd.} = (700 \times 27) \text{ cu. ft.} = 18900 \text{ cu. ft.}$
que pesam $\frac{18900}{21}$ ou 900 tn.

II. Tomar $\frac{9}{20}$ de $3 \text{ sq. yd. } 7 \text{ sq. ft. } 104 \text{ sq. in.}$

$$\text{Resol.: } 3 \text{ sq. yd. } 7 \text{ sq. ft. } 104 \text{ sq. in.} = 5000 \text{ sq. in.} =$$

$$= \frac{5000}{1296} \text{ sq. yd.} = \frac{625}{162} \text{ sq. yd.; } \frac{9}{20} \text{ de } \frac{625}{162} \text{ sq. yd.} =$$

$$= \frac{125}{72} \text{ sq. yd.} = 1 \text{ sq. yd. } 6 \text{ sq. ft. } 90 \text{ sq. in.}$$

III Qual é o preço de 20 barras de ferro tendo cada uma 6 m de comprimento, $2\frac{1}{2} \text{ in.}$ de largura e $1\frac{3}{4} \text{ in.}$ de espessura, sabendo que o peso específico do ferro é $7,8$ e que o mesmo se vende a 900 rs. o kg.

Resol.: A secção de cada barra é de $(2\frac{1}{2} \times 1\frac{3}{4}) \text{ sq. in.}$ ou $4\frac{3}{8} \text{ sq. in.}$ que convertidas em cm^2 . dão $(4\frac{3}{8} \times 6,4516) \text{ cm}^2 = 28,2257 \text{ cm}^2$.

O volume de cada barra é, pois, $(28,2257 \times 600) \text{ cm}^3 = 16935,42 \text{ cm}^3$ e o peso de cada barra $(16935,42$

$\times 7,8$) g. = 132,096 kg. As 20 barras custarão pois:

$$900 \times 132,096 \times 20 = 2:377\$788$$

IV. *Quantos quilogramas pesa um pé cúbico (cu.ft.) de um asubstância, da qual um galão pesa 12,5 lb.?*

Resol.: Um pé cúbico equivale a 6,232 gal.; logo pesa $(12,5 \times 6,232)$ lb; 1 lb. = 0,4536 kg.; logo 1 cu. ft. pesa $(12,5 \times 6,32 \times 0,4536)$ kg ou 35,335 kg.

V. *Uma superfície suporta uma pressão de 100 lb. por pol. quadrada (sq. in.); de quantos quilos por cm^2 é essa pressão?*

Resol.: $100 \text{ lb.} = (0,4536 \times 100)$ ou 45,36 kg; 1 sq. = $6,416 \text{ cm}^2$; logo teremos uma pressão de $\frac{45,36}{6,4516}$ ou 7,030 kg/ cm^2 .

3.^a PARTE

Regulamento do sistema legal de unidades de medir, a que se refere o Decreto n. 4.257. de 16 de junho de 1939

CAPÍTULO I

DO SISTEMA LEGAL DE UNIDADES DE MEDIDA

Art. 1.º — São consideradas legais, no Brasil, as unidades baseadas no sistema métrico decimal e nas resoluções das Conferências Gerais de Pesos e Medidas, reunidas por força da Convenção Internacional do Metro, de 20 de maio de 1875, bem como as que se derivem das referidas unidades.

§ 1.º — Para as grandezas adiante indicadas, são legais, nos termos deste artigo, as seguintes unidades, definidas e simbolizadas no quadro I anexo:

Para comprimento: o *metro*;

Para massa: o *quilograma*;

Para tempo: o *segundo*;

Para intensidade de corrente elétrica: o *ampère*;

Para resistência elétrica: o *ohm*;

Para intensidade luminosa: a *vela internacional*;

Para intervalo de temperatura: o *grau centesimal*.

§ 2.º — Para as demais grandezas mencionadas no quadro I anexo, são também consideradas legais, na conformidade deste artigo, as respectivas unidades constantes do mesmo quadro, com os nomes, a significação e os símbolos nele consignados.

§ 3.º — Para as grandezas enumeradas no quadro I anexo, às quais se referem os parágrafos anteriores, são igualmente considerados legais os múltiplos de todas as unidades referidas neste artigo, cuja denominação se forme pela adjunção dos prefixos indicados no quadro II anexo, com a significação e os símbolos neste mesmo consignados e de acordo com as observações constantes de ambos os quadros.

§ 4.º — O Instituto Nacional de Tecnologia, obedecendo ao disposto neste artigo e seus parágrafos, poderá organizar, submetendo ao Ministro do Trabalho Indústria e Comércio quadros mais completos de unidades, com as respectivas definições e símbolos, indicando também a forma exata de grafar os valores das grandezas.

Art. 2.º — Os quadros aos quais se refere o artigo anterior serão revistos periodicamente pelo Instituto Nacional de Tecnologia, submetidos à apreciação da Comissão de Metrologia e aprovados definitivamente pelo Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio.

Parágrafo único — Nessas revisões serão sempre atendidos os acordos, as convenções, as normas e as especificações adotadas internacionalmente e, em particular, as decisões das Conferências Gerais de Pesos e Medidas realizadas em virtude da Convenção Internacional do Metro, as quais, em caso de dúvida, prevalecerão sempre.

Art. 3.º — Fica proibido, nos contratos, bem como nos documento de qualquer natureza, o uso, emprego, ou menção de unidade diferente das legais.

§ 1.º — É tolerado, no entanto, o uso, emprego, ou menção de unidades diferentes das legais:

- a) em todo documento outorgado até à época que fôr fixada na conformidade do art. 107, alínea a;
- b) em todo documento de importação ou exportação, ou relativo a cousas ou pessoas que existam, ou tenham origem em país onde sejam legais, ou toleradas legalmente, quaisquer unidades diferentes daquelas a que se refere o art. 1.º;
- c) em documentos de carater meramente científico ou técnico, bem como, a juízo da Comissão de Metrologia, em outros documentos que não sejam diretamente relacionados com transações comerciais.

§ 2.º — Na hipótese da alínea b é obrigatório que conste do texto do documento, ou em anexo, o valor, convertido em unidades legais brasileiras, das grandezas nele expressas em outras unidades.

§ 3.º — A conversão a que se refere o parágrafo anterior deve ser feita de acordo com o quadro III anexo ao presente regulamento.

§ 4.º — A exceção constante da alínea c do § 1.º não se poderá estender às plantas, mapas, desenhos, modelos, ou memoriais técnicos, anexos a quaisquer documentos relacionados com contratos comerciais ou a quaisquer documentos ou projetos submetidos à consideração de repartições públicas ou de outros órgãos oficiais ou paraestatais.

§ 5.º — Mencionando-se em qualquer documento alguma grandeza expressa em unidade tolerada e que não conste do quadro a que se refere o § 3.º deste artigo, a conversão será feita de acordo com as indicações fornecidas pelo órgão metro-lógico competente, o qual terá, para esse fim, o prazo máximo de 45 dias.

CAPÍTULO II

DOS PADRÕES LEGAIS

Art. 4.º — Haverá três tipos de padrões legais de unidades de medida:

- a) padrões primários nacionais;
- b) padrões secundários;
- c) padrões terciários.

Art. 5.º — Os padrões primários nacionais obedecerão às normas e convenções internacionais existentes a seu respeito, dando-se preferência às prescrições aprovadas pela Conferências Gerais de Pesos e Medidas a que alude o art. 1.º.

Art. 6.º — Os padrões primários nacionais compreenderão, pelo menos, um padrão do metro e um padrão do quilograma, os quais, para terem força legal, deverão ser sancionados, bem como suas equações, por decreto do Governo Federal.

§ 1.º — Os padrões a que se refere este artigo serão conservados no Instituto Nacional de Tecnologia.

§ 2.º — Quando conveniente, o Instituto Nacional de Tecnologia será aparelhada com outros padrões primários.

Art. 7.º — Os padrões secundários de comprimento e de massa deverão preencher as condições constantes, respectivamente, das especificações ns. 1 e 2 anexas ao presente regulamento.

Art. 7.º — Os padrões terciários de comprimento e de massa deverão preencher as condições constantes, respectivamente, das especificações ns. 3 e 4 anexas ao presente regulamento.

Art. 9.º — As especificações para os demais padrões secundários e terciários que se forem tornando necessários serão organizadas pelo Instituto Nacional de Tecnologia e submetidas ao Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio.

Art. 10 — Qualquer padrão secundário ou terciário, para ter valor legal, deve ter sido previamente aprovado no exame inicial a que alude o art. 64, parágrafo único, e deve também ser aferido periodicamente, nos prazos fixados pelo Instituto Nacional de Tecnologia.

Art. 11 — São competentes para a aferição de padrões:

a) o Instituto Nacional de Tecnologia, quanto a todos os padrões secundários e quanto aos padrões terciários existentes em Estados onde não existe órgão metrológico ao qual haja sido delegado o exercício dessa atribuição, nos termos do art. 53;

b) os órgãos metrológicos estaduais aos quais haja sido delegado o exercício dessa atribuição, nos termos do art. 53, para todos os padrões terciários existentes no respectivo Estado.

CAPÍTULO III

DOS TIPOS DE MEDIDAS E INSTRUMENTOS DE MEDIR

Art. 12 — Somente medidas ou instrumentos de medir pertencentes a tipo aprovado, nos termos deste regulamento, poderão ser aprovados no exame inicial a que se refere o art. 20.

Art. 13 — O exame e a aprovação, ou recusa, dos tipos de medidas e instrumentos de medir cabem ao Instituto Nacional de Tecnologia.

§ 1.º — Cada tipo poderá abranger uma multiplicidade de medidas, ou instrumentos de medir, que, embora diferentes, possuam em comum determinadas características essenciais.

§ 2.º — Na aprovação de tipos, o Instituto Nacional de Tecnologia deverá ter em vista permitir somente a utilização de medidas e instrumentos de medir que:

a) garantam uma precisão de medição compatível com as tolerâncias admitidas para as medições a que os mesmos se destinam, de acordo com as instruções que forem expedidas nos termos do art. 34;

b) sejam de construção tal que as suas características de precisão e sensibilidade se mantenham dentro de limites aceitáveis durante um período de tempo suficientemente grande nas condições normais de uso;

c) sejam construídos de modo a impossibilitar, ou, pelo menos, dificultar e tornar patentes eventuais fraudes no seu emprego.

Art. 14 — Para a aprovação dos vários tipos de medidas e instrumentos de medir, expedirá o diretor do Instituto Nacional de Tecnologia normas que os definam, as quais serão publicadas no *Diário Oficial* e conterão pelo menos:

a) a descrição das características, necessárias e suficientes, que deve possuir qualquer medida ou instrumento de medir, para pertencer ao tipo aprovado;

b) o gênero ou os gêneros de medição para os quais pode ser utilizado;

c) os respectivos limites de utilização, quando os houver;

d) as eventuais condições especiais que devem preencher no exame inicial e nas aferições periódicas, bem como nas aferições e exames complementares a que se refere o artigo 67;

e) determinações sobre a técnica a ser observada na realização dos exames e aferições referidos na alínea anterior;

f) indicação do intervalo de tempo máximo permitido entre o exame inicial e a primeira aferição periódica e entre duas aferições periódicas consecutivas;

g) determinações sobre o processo de aposição dos sinais legais de aprovação em exame inicial e de aferição periódica;

h) as exigências complementares julgadas necessárias quanto ao modo de instalar, conservar e utilizar as medidas ou os instrumentos de medir pertencentes ao tipo considerado.

Art. 15 — Os gêneros de medição a que se refere a alínea *b* do artigo anterior e as condições especiais mencionadas na alínea *d* do mesmo artigo serão fixados tendo em vista o disposto nas instruções de que trata o art. 34.

Art. 16 — Poderá ser cassada, por ato do diretor do Instituto Nacional de Tecnologia, a aprovação de qualquer tipo de medida, ou instrumento de medir que, a juízo do mesmo Instituto, venha a apresentar inconvenientes de ordem técnica que justifiquem essa medida.

Parágrafo único — A cassação não extenderá os seus efeitos às medidas ou instrumentos de medir já existentes no país, ou encomendados, na data da publicação do ato de cassação.

Art. 17 — A recusa de aprovação de qualquer tipo será feita por ato do diretor do Instituto Nacional de Tecnologia, publicado no *Diário Oficial* e do qual conste, pelo menos, a descrição das características essenciais do tipo recusado.

Art. 18 — O Instituto Nacional de Tecnologia providenciará para que, independentemente de solicitação de qualquer interessado, no menor prazo possível e antes da época que fôr

fixada na conformidade do art. 107, alínea *b*, sejam preparadas e publicadas as normas definidoras dos tipos aprovados de medidas e instrumentos de medir mais comuns no país.

Art. 19 — Independentemente do disposto no artigo anterior, o Instituto Nacional de Tecnologia examinará e aprovará, ou recusará, qualquer tipo de medida, ou de instrumento de medir, cuja exame lhe fôr requerido, nas condições deste regulamento.

§ 1.º — O requerente deverá fornecer ao Instituto todos os dados e elementos necessários ao exame pedido.

§ 2.º — O exame se fará mediante o pagamento prévio da taxa fixada na tabela a que se refere o art. 75.

§ 3.º — Dentro do prazo de 90 dias, contados da data da entrada do pedido, será aprovado ou recusado o tipo submetido a exame.

CAPÍTULO IV

DOS EXAMES INICIAIS E DAS AFERIÇÕES PERIÓDICAS

Art. 20 — Só poderão ser expostos à venda, ou sujeitos a qualquer contrato, medidas, ou instrumentos de medir, aprovados em exame inicial ou que edeste tenham sido dispensados, na conformidade do art. 23.

Parágrafo único — O disposto neste artigo só se refere a vendas, ou contratos realizados dentro do país.

Art. 21 — O exame inicial tem por fim verificar, com relação a cada medida, ou instrumento de medir, que fôr presente:

- a) se pertence a tipo aprovado;
- b) se preenche as condições gerais exigidas para essa aprovação, constantes das instruções de que trata o art. 34, e as eventuais condições especiais exigidas para o mesmo fim, constantes das normas definidoras dos tipos aprovados.

Art. 22 — São competentes para executar o exame inicial em medidas e instrumentos de medir:

- a) o Instituto Nacional de Tecnologia;
- b) os órgãos estaduais e municipais, os fabricantes de medidas ou instrumentos de medir e as empresas de serviços de utilidade pública, aos quais haja sido delegado o exercício dessa atribuição, nos termos, respectivamente, dos arts. 53, 54, 55 e 56, e nos limites em que a competente delegação tiver sido feita.

Art. 23 — Podem ser isentos do exame inicial pelo artigo anterior:

- a) as medidas, os instrumentos de medir, já aferidos em repartições públicas ou estabelecimentos científicos ou técnicos estrangeiros, julgados idôneos pela Comissão de Metrologia e cujos certificados sejam considerados válidos pelo Instituto Nacional de Tecnologia ou por órgão estadual ao qual haja sido delegado o exercício de atribuições metrológicas;
- b) determinadas categorias de medidas, ou instrumentos de medir, para as quais, por justo motivo, seja tal exame julgado desnecessário, a critério do Instituto Nacional de Tecnologia.

Art. 24 — As aferições periódicas têm por objetivo verificar se a medida, ou o instrumento de medir, preenche as condições gerais exigidas para esse exame, na conformidade das instruções de que trata o art. 34, e as eventuais condições especiais exigidas para o mesmo fim, constantes das normas definidoras a que se refere o art. 14.

Art. 25 — São competentes para executar a aferição periódica de medidas e instrumentos de medir:

- a) o Instituto Nacional de Tecnologia;
- b) os órgãos estaduais e municipais e as empresas de serviços de utilidade pública, aos quais haja sido delegada essa atribuição, nos termos, respectivamente, dos artigos 53, 54 e 56, e nos limites em que a delegação tiver sido feita.

Art. 26 — Poderão ser isentas da exigências relativa à aferição periódica medidas, ou instrumentos de medir pertencen-

tes a determinadas categorias para as quais, por justo motivo, seja tal exame julgado desnecessário, a critério do Instituto Nacional de Tecnologia.

Art. 27 — Antes da época fixada em observância do art. 107, alínea c, organizará o Instituto Nacional de Tecnologia uma primeira lista de medidas e instrumentos de medir isentos, nos termos dos arts. 23 e 26, das exigências do exame inicial ou da aferição periódica.

§ 1.º — Essa lista deverá distinguir:

- a) as categorias de medidas, ou instrumentos de medir, que poderão ser vendidos ou expostos à venda sem exigência do exame inicial;
- b) as categorias de medidas, ou instrumentos de medir, que poderão ser utilizados, sem a exigência do exame inicial, para os fins do art. 33;
- c) as categorias de medidas ou instrumentos de medir que poderão ser utilizados para os fins do artigo 33, sem a exigência da aferição periódica.

§ 2.º — Essa lista será submetida à aprovação do Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio, e, após, esta, publicada no *Diário Oficial*.

§ 3.º — A lista a que se refere este artigo poderá ser modificada, ou substituída, por ato do diretor do Instituto Nacional de Tecnologia, aprovado pelo Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio.

Art. 28 — As disposições administrativas referentes à execução dos exames iniciais e das aferições periódicas serão estabelecidas em instruções especiais, expedidas pelo Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio.

Art. 29 — A realização de qualquer exame inicial ou aferição periódica será seguida da expedição do certificado correspondente.

§ 1.º — Dos certificados de aprovação em exame inicial deverão constar os gêneros de medição para os quais é permitida a utilização dos respectivos instrumentos ou medidas.

§ 2.º — Em determinados casos, de acordo com o critério que for fixado na tabela de taxas a que se refere o art. 75, poderá ser expedido um único certificado para mais de uma medida ou instrumento de medir.

§ 3.º — Os certificados a que se refere a alínea "a" do art. 23 só terão valor legal depois de examinados e visados pelo Instituto Nacional de Tecnologia ou por um órgão metroológico estadual competente.

§ 4.º — A tabela a que se refere o art. 75 estabelecerá a taxa a ser cobrada pelo exame e visto dos certificados de que trata o parágrafo anterior.

Art. 30 — As medidas e os instrumentos de medir aprovados em exame inicial, ou nas aferições periódicas, receberão um sinal, facilmente visível, comprovando haverem satisfeito as exigências relativas aos referidos exames e aferições.

Parágrafo único — O sinal será impresso, sempre que possível, na própria substância das medidas, ou instrumentos de medir, quer por meio de sinetes, quer por outro sistema suficientemente eficaz.

Art. 31 — Os exames iniciais e as aferições periódicas a cargo dos órgãos metroológicos oficiais somente poderão ser executados por funcionários que satisfaçam à exigência do art. 74, com a ajuda, se necessária, de auxiliares obedecendo à sua orientação.

Art. 32 — Os exames iniciais e as aferições periódicas a cargo de fabricantes de medidas ou instrumentos de medir ou de empresas de serviços públicos, nos termos dos arts. 55 e 56, deverão ser executados por pessoa com preparo técnico devidamente comprovado, a juízo do Instituto Nacional de Tecnologia, com a ajuda, se necessária, de auxiliares obedecendo à sua orientação.

CAPÍTULO V

DAS MEDIÇÕES E DAS TOLERÂNCIAS ADMITIDAS

Art. 33 — Para medir toda e qualquer grandeza à qual se refira qualquer documento ou da qual dependa o valor ou

os valores de qualquer transação ou contrato, só poderão ser utilizados medidas, ou instrumentos de medir, que:

- a) pertençam a tipo aprovado pelo Instituto Nacional de Tecnologia;
- b) sejam de uso permitido para o correspondente gênero de medições;
- c) tenha sido aprovados em exame inicial, ou deste dispensados, nos termos do art. 23;

d) tenham sido aferidos periodicamente, com intervalos não excedentes dos que o Instituto Nacional de Tecnologia houver fixado para o tipo correspondente e a região considerada, ou tenham sido dispensados dessas aferições, nos termos do art. 26.

Art. 34 — O Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio expedirá instruções, elaboradas pelo Instituto Nacional de Tecnologia, estabelecendo:

- a) a maneira pela qual devem ser executadas as medições para os fins mencionados no artigo anterior;
- b) as tolerâncias admissíveis para os erros dessas medições;
- c) as condições gerais que deverão preencher as medidas ou instrumentos de medir utilizados nessas medições;
- d) regras gerais sobre a técnica a ser observada na realização dos exames iniciais e nas aferições periódicas, bem como nos exames e nas aferições complementares.

Parágrafo único — Entre as condições gerais a que se refere a alínea c deste artigo, figurarão os limites máximos tolerados para os erros daquelas medidas ou instrumentos de medir.

Art. 35 — Poderá haver diferentes graus de tolerância, conforme a natureza do contrato e o objeto da medição.

Parágrafo único — As tolerâncias para cada gênero de medição poderão ser diferentes conforme o grau de desenvolvimento do aparelhamento metroológico na respectiva região.

Art. 36 — A fixação das tolerâncias a que se refere o artigo anterior será de modo a limitar ao mínimo os erros sistemáticos e acidentais, sem contudo, acarretar, para as medições,

dificuldade, ou encarecimento desproporcionados com o fim a atingir.

Art. 37 — Serão considerados os seguintes gêneros de tolerâncias:

1.º — como “tolerância sistemática”, a correspondente aos erros sistemáticos que provenham de defeitos na medida, ou instrumento de medir, ou de outra causas;

2.º — como “tolerância de dispersão”, a correspondente à dispersão dos valores individuais da mesma grandeza, obtidos em medições consecutivas, em relação ao respectivo valor médio;

3.º — como “tolerância individual”, a referente ao resultado de qualquer medição isolada, a qual será maior do que a tolerância de dispersão numa proporção estabelecida de acordo com as leis de probabilidades.

§ 1.º — As tolerâncias do 1.º e do 2.º gênero serão utilizadas para os fins seguintes:

a) fixar as condições gerais e especiais que, nos termos dos artigos 34 e 14, devem preencher as medidas, ou os instrumentos de medir, no exame inicial, nas aferições periódicas e nas aferições e exames complementares a que se refere o art. 67;

b) fiscalizar, nos termos dos arts. 33 e 41, indicações numéricas referentes a mercadorias expostas à venda.

§ 2.º — As tolerâncias do 3.º gênero serão usadas na fiscalização das medições, para os fins do art. 33, e das indicações numéricas referentes a mercadorias expostas à venda, bem como em casos especiais, para os fins da alínea a do parágrafo anterior.

§ 3.º — Além dos demais casos de fraude, considerar-se-à, desde logo e independentemente de outra prova, como tendo caráter fraudulento toda indicação numérica cujo erro ultrapasse a tolerância do 3.º gênero, bem como toda medição nas mesmas condições, desde que tenha sido executada com a utilização de medida ou instrumento de medir satisfazendo as disposições dos arts. 14 e 34.

Art. 38 — Para determinadas categorias de mercadorias, si julgado conveniente, o Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, por proposta do Instituto Nacional de Tecnologia, especificará as características em cuja medição devem basear-se as transações respectivas, bem como o mínimo de indicações necessárias que tais mercadorias devem trazer, ou de que devem estar acompanhadas, quando expostas à venda.

Parágrafo único — Essas indicações deverão ser expressas em unidades legais e serão referentes às características das quais depende o valor venal das aludidas mercadorias, e cuja medição é feita, habitualmente, sem a presença do comprador.

Art. 39 — Todo invólucro ou envoltório fechado contendo mercadorias deve trazer, pelo menos, a indicação da quantidade da que nele se contiver e garantir de modo razoável a conservação dessa quantidade.

Art. 40 — Somente em mercadorias importadas ou destinadas à exportação e nos demais casos fixados pelo Instituto Nacional de Tecnologia se toleram indicações expressas em unidades diferentes das legais.

Parágrafo único — É permitido indicar as quantidades de mercadorias por meio do número de peças ou de objetos.

Art. 41 — As indicações a que se referem os arts. 38, 39 e 40 são consideradas como resultado de medições e a elas se aplica o disposto nos arts. 33, 34, 35, 36 e 37.

CAPÍTULO VI

DOS ORGÃOS EXECUTORES

Art. 42 — São incumbidos da execução dos Decretos-Leis ns. 592, de 4 de agosto de 1938, e 886, de 24 de novembro do mesmo ano, do presente regulamento e das instruções e quaisquer outros atos que os completem:

- a) a Comissão de Metrologia;
- b) o Instituto Nacional de Tecnologia;

c) o Observatório Nacional;

d) os órgãos e entidades aos quais, nos termos dos arts. 53, 54, 55 e 56, hajam sido delegadas atribuições metrológicas

Art. 43 — A Comissão de Metrologia compete o exercício das atribuições mencionadas no art. 43 do Decreto-Lei n. 592, de 4 de agosto de 1938, bem como das demais funções que lhe são explicitamente atribuídas no referido decreto-lei e no presente regulamento.

Art. 44 — Ao Instituto Nacional de Tecnologia competem todos os encargos que lhe são cometidos pelo Decreto-Lei n. 592, de 4 de agosto de 1938, e pelo presente regulamento, os quais abrangem:

a) funções de caráter exclusivamente federal, não delegáveis, exercidas pelo Instituto com relação a todo o território nacional;

b) funções delegáveis e que somente são exercidas pelo Instituto nos limites em que não as tiver delegado.

Art. 45 — Ao Observatório Nacional cabe prestar colaboração ao Instituto Nacional de Tecnologia e à Comissão de Metrologia em tudo o que refira à execução dos Decretos-Leis ns. 592, de 4 de agosto, e 886, de 24 de novembro de 1938, do presente regulamento e das instruções e demais atos que os completarem e esteja dentro das suas atribuições e possibilidades próprias, especialmente nas questões relativas à medida do tempo.

Art. 46 — Aos órgãos oficiais e outras entidades aos quais haja sido delegado o exercício de atribuições metrológicas competem as funções a que se referem, respectivamente, os arts. 53, 54, 55 e 56, dentro dos limites que forem fixados nos correspondentes atos de delegação.

CAPÍTULO VII

DA COMISSÃO DE METROLOGIA

Art. 47 — A Comissão de Metrologia tem como membros efetivos:

a) dois representantes do Instituto Nacional de Tecnologia, designados pelo diretor respectivo;

b) um representante de cada órgão metrológico estadual ao qual tenha sido delegado o exercício de atribuições metrológicas, nos termos do art. 53, sendo cada representante designado pelo diretor do respectivo órgão;

c) um representante, por Estado, dos respectivos órgãos municipais aos quais haja sido delegado o exercício de atribuições metrológicas, nos termos do art. 54, sendo cada representante eleito pelos diretores dos órgãos municipais interessados;

d) um representante do Observatório Nacional, designado pelo respectivo diretor;

e) um representante da Casa da Moeda, designado pelo respectivo diretor;

f) três representantes das Universidades do país, designados pelo presidente do Conselho Nacional de Educação dentre professores de Física dos respectivos quadros;

g) um representante do Ministério da Educação e Saúde, designado pelo Ministro dentre professores da Universidade do Brasil;

h) um representante do Ministério da Guerra, designado pelo Ministro dentre professores da Escola Técnica do Exército ou técnicos do Serviço Geográfico Militar;

i) um representante do Ministério da Marinha, designado pelo Ministro dentre professores da Escola Naval ou técnico da Divisão de Hidrografia;

j) um representante do Ministério da Viação e Obras Públicas, designado pelo Ministro dentre técnicos da Inspeção de Iluminação ou de outra repartição do Ministério diretamente interessada nos assuntos metrológicos;

k) um representante do Ministério da Fazenda designado pelo Ministro dentre técnicos em assuntos fiscais;

l) um representante da Academia Brasileira de Ciências, por ela indicado;

m) um único representante de todos os fabricantes de medidas e instrumentos de medir como tais registados no Instituto Nacional de Tecnologia, pelos mesmos eleito;

n) um representante da Associação de Empresas de Serviços Públicos, por ela indicado;

o) um representante da Federação das Associações Comerciais, por ela indicado;

p) um representante da Confederação das Indústrias, por ela indicado.

Parágrafo único — Os representantes da Associação de Empresas de Serviços Públicos, da Federação das Associações Comerciais e da Confederação das Indústrias poderão ser estranhos ao quadro da respectiva associação, devendo a indicação, neste caso, recair em técnico em assuntos metrologicos.

Art. 48 — A Comissão de Metrologia terá também, com direito de voto, cinco membros consultores, eleitos, pelos seus membros efetivos, entre pessoas de notória competência científica, técnica ou jurídica, podendo recair a escolha em funcionários públicos.

Art. 49 — O mandato dos membros consultores será de quatro anos, podendo ser renovado.

Art. 50 — A Comissão obedecerá, em seus trabalhos, ao regimento que ela mesma organizar e no qual se fixará o modo de eleição de seu presidente.

Art. 51 — A Comissão de Metrologia poderá, a seu critério, delegar a uma Secção permanente o exercício de algumas de suas atribuições, relativas a assuntos ou questões que, por serem de natureza urgente ou se apresentarem com tal carácter, não possam aguardar as épocas normais das reuniões ordinárias da Comissão.

Parágrafo único — O regimento interno da Comissão de Metrologia fixará os limites das atribuições da Secção permanente a que se refere este artigo.

Art. 52 — Os membros da Comissão de Metrologia receberão a gratificação de 100\$000 (cem mil réis) por sessão a que comparecerem, até ao máximo de cinco por mês e vinte por ano.

Parágrafo único — Os membros residentes fora do Distrito Federal terão, para despesas de viagem, uma ajuda de custo, que será fixada pelo Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio.

CAPÍTULO VIII

DA DELEGAÇÃO DO EXERCÍCIO DE ATRIBUIÇÕES

Art. 53 — A qualquer órgão metrologico estadual que o solicite, à razão de um, no máximo, por Estado, será delegado o exercício, no território deste, das atribuições metrologicas a que se refere o art. 17 do Decreto-Lei n. 592, de 4 de agosto de 1938, desde que estejam satisfeitas as condições constantes do art. 59 do presente regulamento.

Parágrafo único — A delegação a que se refere este artigo poderá excluir o exercício das atribuições delegadas na parte relativa a repartições federais ou a empresas de concessão federal.

Art. 54 — A qualquer órgão metrologico municipal que o solicite, à razão de um, no máximo, por um município, será delegado o exercício, no território deste, das atribuições metrologicas a que se refere o art. 18 do Decreto-Lei n. 592, de 4 de agosto de 1938, desde que estejam satisfeitas as condições constantes do art. 60 do presente regulamento.

§ 1.º — A delegação a que se refere este artigo poderá excluir o exercício das atribuições delegadas, com relação a repartições federais ou estaduais e a empresas de concessão federal ou estadual.

§ 2.º — Os órgãos metrologicos municipais não poderão exercer, em relação a qualquer fabricante de medidas ou instrumentos de medir, ou empresa de serviços públicos, as atribuições que a este ou a esta tenham sido delegadas, nos termos dos arts. 55 e 56.

Art. 55 — A qualquer fabricante de medidas ou instrumentos de medir instalado no território nacional que o requei-

ra, será delegado o exercício da atribuição a que se refere o art. 19 do Decreto-Lei n. 592, de 4 de agosto de 1938, desde que estejam satisfeitas as condições constantes do art. 61 deste regulamento.

Art. 56 — A qualquer empresa que explore no território nacional serviços de utilidade pública, e o requeira, será delegado o exercício das atribuições a que se refere o art. 20 do Decreto-Lei n. 592, de 4 de agosto de 1938, desde que estejam satisfeitas as condições constantes do art. 62 deste regulamento.

Art. 57 — São competentes para a delegação do exercício de atribuições:

- a) o Instituto Nacional de Tecnologia;
- b) os órgãos metrológicos estaduais aos quais haja sido delegado o exercício dessas atribuições, nos termos do art. 53.

§ 1.º — A delegação de atribuições a órgãos metrológicos estaduais será feita, exclusivamente, pelo Instituto Nacional de Tecnologia.

§ 2.º — A delegação de atribuições a órgãos metrológicos municipais será feita:

- a) diretamente pelo Instituto Nacional de Tecnologia, nos Estados em que não exista órgão metrológico estadual ao qual haja sido delegado o exercício dessas atribuições;
- b) pelo respectivo órgão metrológico estadual ao qual haja sido delegado o exercício dessas atribuições, nos Estados que o possuírem.

§ 3.º — A delegação de atribuições a fabricantes de medidas ou instrumentos de medir e a empresas de serviços públicos será feita na mesma conformidade do parágrafo anterior.

§ 4.º — O ato da delegação será publicado no *Diário Oficial* da União, si oriundo do Instituto Nacional de Tecnologia, e no órgão de publicidade oficial do respectivo Estado, no outro caso.

Art. 58 — A delegação do exercício de atribuições, nos termos dos artigos 53, 54, 55 e 56, será feita por ato do diretor ou chefe do órgão metrológico competente, uma vez por este verificado que o órgão ou entidade que a solicita preenche as necessárias condições.

§ 1.º — A delegação pode ser parcial ou total, e o ato pelo qual é feita deverá mencionar explicitamente os respectivos limites e a obrigação, para o órgão ou entidade delegada, a juízo do órgão delegante.

§ 1.º — A delegação pode ser parcial ou total, e o ato pelo qual é feita deverá mencionar explicitamente os respectivos limites e a obrigação, para o órgão ou entidade delegada, de facilitar por todos os modos a inspeção técnica à qual ficará sujeito.

§ 2.º — A delegação só se estenderá ao exercício das atribuições metrológicas para as quais esteja devidamente aparelhado o órgão ou entidade delegada, a juízo do órgão delegante.

§ 3.º — A extensão ou restrição dos limites a que se refere o § 1.º deste artigo poderá ser feita em qualquer época, por ato do diretor ou chefe do órgão delegante, tendo em vista o disposto no § 2.º deste artigo e as demais exigências do presente regulamento.

Art. 59 — São consideradas condições mínimas que deverão preencher qualquer órgão estadual, para que lhe possa ser delegado o exercício de atribuições nos termos do art. 53, as seguintes:

- a) possuir um padrão secundário de massa e um padrão secundário de comprimento, preenchendo, respectivamente, as condições estabelecidas nas especificações ns. 1 e 2 anexas a este regulamento;
- b) estar devidamente aparelhado para executar medidas das grandezas indicadas no quadro IV anexo, nas condições ali determinadas.

Art. 60 — São consideradas condições mínimas que deverão preencher qualquer órgão municipal para que lhe possa ser delegado o exercício de atribuições nos termos do art. 54, as seguintes:

- a) possuir um padrão secundário de massa e um padrão secundário de comprimento, preenchendo, respectivamente, as condições estabelecidas nas especificações ns. 1 e 2 anexas a este regulamento;

b) estar devidamente aparelhado para executar medidas das grandezas indicadas no quadro IV anexo, nas condições ali determinadas.

Art. 60 — São consideradas condições mínimas que deverá preencher qualquer órgão municipal para que lhe possa ser delegado o exercício de atribuições nos termos do art. 54, as seguintes:

a) possuir um padrão terciário de massas e um padrão terciário de comprimento, preenchendo, respectivamente, as condições estabelecidas nas especificações ns. 3 e 4 anexas a este regulamento;

b) estar devidamente aparelhado para executar medidas das grandezas indicadas no quadro V anexo, nas condições ali determinadas.

Art. 61 — A delegação do exercício da atribuição de examinar inicialmente seus próprios produtos e expedir os respectivos certificados só poderá ser feita, nos termos do art. 55, a fabricante de medidas ou instrumentos de medir que preencha as seguintes condições mínimas:

a) possuir, a juízo do Instituto Nacional de Tecnologia, o aparelhamento, em pessoal e material, que, na conformidade deste regulamento e das instruções e demais atos que o completarem, seja suficiente para efetuar o exame inicial de seus produtos;

d) obrigar-se a adquirir e utilizar mensalmente um total mínimo de selos para fins metrológicos, e a apô-los e inutilizá-los devidamente em fórmulas para certificados de exame inicial dos seus produtos, devendo esse total ser fixado periodicamente, para cada tipo de medida ou instrumento de medir, pelo Instituto Nacional de Tecnologia e aprovado pela Comissão de Metrologia;

c) obrigar-se a facilitar por todos os meios a inspeção técnica e a fiscalização permanente às quais ficará sujeito.

Parágrafo único — A fixação do total mínimo de selos a que se refere a alínea b deste artigo será feita de modo que, da importância integral de taxas correspondentes ao mesmo

total, a parte que couber ao Governo, ou ao órgão que inspecione e fiscalize o fabricante, seja, pelo menos, suficiente para cobrir a correspondente despesa de inspeção e fiscalização.

Art. 62 — A delegação do exercício da atribuição de examinar inicialmente e aferir periodicamente medidas ou instrumentos de medir de determinados tipos utilizados em seus próprios serviços e de expedir os respectivos certificados só poderá ser feita, nos termos do art. 56, à empresa de serviços públicos que preencha as seguintes condições mínimas:

a) possuir o aparelhamento, em material e pessoal, que, a juízo do Instituto Nacional de Tecnologia, seja considerado suficiente para efetuar o exame inicial e a aferição periódica das medidas ou instrumentos de medir de seu uso, nas condições estabelecidas neste regulamento e nas instruções e demais atos que o completarem;

b) obrigar-se a adquirir e utilizar mensalmente um total mínimo de selos para fins metrológicos, devidamente apostos e inutilizados em fórmulas para certificados de exame inicial e de aferição periódica dos referidos instrumentos ou medidas, devendo esse total ser fixado periodicamente, para cada tipo de medida ou instrumento de medir, pelo Instituto Nacional de Tecnologia e aprovado pela Comissão de Metrologia;

c) obrigar-se a facilitar por todos os meios a inspeção técnica e a fiscalização permanente às quais ficará sujeita.

Parágrafo único — A fixação do total mínimo, a que se refere a alínea b deste artigo, será feita de modo que a percentagem do referido total atribuída ao órgão que inspecione e fiscalize a empresa seja, pelo menos, suficiente para cobrir a correspondente despesa de inspeção e fiscalização.

Art. 63 — O exame das condições de aparelhamento de qualquer órgão ou entidade que requeira a delegação do exercício de atribuições metrológicas compreenderá, além do exame de suas instalações, aparelhos, instrumentos e padrões, a prestação de provas práticas que permitam avaliar a respectiva capacidade técnica.

CAPÍTULO IX

DA INSPEÇÃO TÉCNICA E DA FISCALIZAÇÃO METROLÓGICA

Art. 64 — Cabe ao Instituto Nacional de Tecnologia, bem como aos órgãos estaduais e municipais aos quais haja sido delegado o exercício da respectiva atribuição, exercer a inspeção técnica a que se refere a alínea l do art. 11 do decreto-lei n. 592, de 4 de agosto de 1938, verificada a capacidade técnica dos órgãos e entidades aos quais haja sido delegado o exercício de atribuições metrológicas.

Parágrafo único — Os padrões, as medidas e os instrumentos de medir de que os órgãos e entidades sob inspeção, técnica se servirem para as respectivas medições, exames, ou aferições, devem ser submetidos a exame inicial e a aferições periódicas por parte do órgão incumbido de os inspecionar, o qual expedirá certificados especiais contendo, quando necessário, a equação ou as correções de tais padrões, medidas e instrumentos de medir, sem o que não poderão os mesmos ser usados nas operações metrológicas de carater legal.

Art. 65 — Ao Instituto Nacional de Tecnologia, bem como aos órgãos estaduais e municipais no exercício da respectiva atribuição, cabe a fiscalização do cumprimento, por parte do comércio, da indústria e do público em geral, dos dispositivos dos decretos-leis números 592, de 4 de agosto, e 886 de 24 de novembro de 1938, deste regulamento e das instruções e demais atos que os completam.

§ 1.º — Essa fiscalização, no que se refere ao comércio, à indústria e ao público em geral, será normalmente exercida pelos órgãos metrológicos municipais no exercício da competente atribuição, e, na ausência destes, pelo órgão metrológico hierarquicamente superior.

§ 2.º — Com relação aos fabricantes e às empresas de serviços públicos no exercício de atribuições delegadas nos termos

dos arts. 55 e 56, essa fiscalização terá carater permanente, durante a execução das operações metrológicas correspondentes às referidas atribuições.

§ 3.º — Os certificados expedidos pelos fabricantes ou empresas, a que haja sido delegado o exercício de atribuições metrológicas, só serão válidos depois de visados pela fiscalização a que se refere o parágrafo anterior.

Art. 66 — Os moldes da fiscalização mencionada no artigo anterior serão estabelecidos em instruções organizadas pelo Instituto Nacional de Tecnologia e expedidas pelo Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio.

Parágrafo único — Sempre que qualquer órgão metrológico competente verificar qualquer inobservância de disposições dos decretos-leis ns. 592, de 4 de agosto, e 886 de 24 de novembro de 1938, deste regulamento ou das instruções e demais atos que o completam, será, pelo mesmo órgão, lavrado, de acordo com o disposto nas instruções a que se refere este artigo, um auto de infração, o qual fará fé, em Juízo e perante qualquer órgão metrológico, até prova em contrário.

Art. 67 — Todo órgão executor, no exercício de fiscalização do cumprimento dos decretos-leis ns. 592, de 4 de agosto, e 886, de 24 de novembro de 1938, deste regulamento e das instruções e demais atos que os completam, poderá, em qualquer época e por iniciativa própria, realizar, sem prévio aviso, exames, verificações e aferições complementares em quaisquer medidas ou instrumentos de medir expostos à venda ou em uso, para os fins do art. 33.

Parágrafo único — Os funcionários munidos de licença escrita do chefe do órgão metrológico competente, poderão, para execução do disposto neste artigo, entrar, durante o dia, livremente, em qualquer recinto, casa ou lugar aberto, e, com licença do proprietário ou do responsável, em qualquer casa, recinto ou lugar fechado, afim de exercerem sua ação fiscal.

Art. 68 — Por conta dos órgãos a que incumbem a inspeção técnica ou a fiscalização correm as despesas com a remuneração dos funcionários que as exercem.

Art. 69 — Os cargos de fiscalização são técnicos, e só poderão preenchê-los pessoas que, além de habilitadas num dos cursos especiais de metrologia a que se refere o art. 72 deste regulamento, satisfaçam as condições complementares que fixar o Instituto Nacional de Tecnologia.

CAPÍTULO X

DO ENSINO DA METROLOGIA

Art. 70 — Durante todo e qualquer curso de instrução primária ou de física, mantido por qualquer estabelecimento de ensino, público ou particular, serão realizados, anualmente, com caráter obrigatório, para uniformidade e difusão do respectivo ensino em todo o território nacional, preleções sobre a metrologia e sua importância prática e sobre as unidades legais.

Parágrafo único — O assunto dessas preleções será abordado, em cada curso, de maneira adequada ao respectivo nível didático e de acordo com a orientação que for estabelecida pelo Instituto Nacional de Tecnologia.

Art. 71 — Aos órgãos administrativos federais, estaduais, ou municipais, a que se achem de qualquer forma subordinados os estabelecimentos de ensino a que alude o artigo anterior cabe providenciar para que lhe seja dada fiel execução.

Art. 72 — Serão criados e mantidos, para a formação técnica indispensável aos agentes executores das disposições metroológicas legais, cursos especiais de Metrologia, os quais serão de duas categorias:

- a) cursos de nível superior, destinados à formação de técnicos especializados em metrologia;
- b) cursos destinados à formação de fiscais, aferidores, e auxiliares metroológicos em geral.

§ 1.º — As condições de admissão, a duração, os programas e outros detalhes referentes a esses cursos compete ao Instituto Nacional de Tecnologia estabelecer.

§ 2.º — Aos cursos a que se refere a alínea *a* deste artigo só poderão ser admitidos engenheiros, ou diplomados por Faculdades de Ciências em cursos onde se ministre o ensino especializado e de grau superior de física e de matemática.

Art. 73 — Com a cooperação dos órgãos metroológicos estaduais e municipais aos quais haja sido delegado o exercício da atribuição correspondente, cabe ao Instituto Nacional de Tecnologia providenciar para a organização, orientação e manutenção dos cursos a que se refere o artigo anterior.

Parágrafo único — Esses cursos poderão ser criados e mantidos diretamente pelos órgãos metroológicos competentes, ou poderão estes, si o preferirem, entrar em entendimento com Universidades, Escolas ou Institutos técnicos oficiais do país afim de que tais cursos sejam mantidos nesses estabelecimentos de ensino.

Art. 74 — A partir da data que se fixar em virtude do art. 107, alínea *e*, a admissão aos cargos técnicos necessários aos órgãos metroológicos, só será permitida a pessoas habilitadas num dos cursos especiais de metrologia a que se refere o art. 72.

CAPÍTULO XI

DO CUSTEIO DOS SERVIÇOS METROLÓGICOS E DOS ACORDOS DE DISTRIBUIÇÃO DE RENDAS

Art. 75 — A execução dos serviços de exame inicial ou de aferição será retribuída, pagando o interessado uma taxa, cujo valor constará de tabela organizada pelo Instituto Nacional de Tecnologia, na qual se terão em conta os dados estatísticos e outros elementos, e que será submetida ao exame da Comissão de Metrologia e à aprovação do Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio.

§ 1.º — A tabela a que se refere este artigo será revista e completada periodicamente segundo o mesmo processo de sua organização inicial.

§ 2.º — Serão isentos de pagamento de taxa:

a) total ou parcialmente, as medidas, ou instrumentos de medir, de determinados tipos de fabricação nacional, destinados à exportação, e aos quais, por proposta da Comissão de Metrologia, o Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio resolva conceder essa isenção;

b) totalmente, os exames; verificações e aferições complementares a que se refere o art. 67.

§ 3.º — No caso da isenção prevista na alínea *a* do parágrafo anterior, deverá constar do certificado que a respeito for expedido a declaração de que a medida ou o instrumento de medir se destina exclusivamente à exportação.

Art. 76 — A importância total da taxa ou da multa correspondente a determinada infração será idêntica em todo o território nacional.

Art. 77 — As taxas relativas a exames ou aferições executados por órgãos federais serão pagas por meio de selos adesivos de valor correspondente ao total da taxa, e as multas pelos mesmos aplicadas serão recolhidas por meio de guia à repartição federal arrecadadora competente.

Art. 78 — A renda correspondente a serviços executados ou multas impostas por órgãos não federais será distribuída de acordo com a tabela anexa.

§ 1.º — A parte das taxas de exame ou aferição que couber à União será arrecadada em selos adesivos; a parte das taxas que couber ao Governo Estadual ou aos órgãos estaduais ou municipais, será arrecadada pela forma determinada pelos acordos que forem celebrados.

§ 2.º — As multas serão recolhidas por guia e distribuídas na forma estabelecida nos acordos a que alude o parágrafo anterior.

Art. 79 — A cada aferição ou exame executado, ou multa imposta, corresponderá, respectivamente, a expedição, em fórmula oficial, de um certificado, recibo ou guia.

§ 1.º — Os talões de fórmulas serão emitidos pelo Instituto Nacional de Tecnologia e fornecidos, devidamente numerados e autenticados, com o número de vias necessárias a cada órgão executor, pelo órgão a cuja inspeção técnica este se achar sujeito.

§ 2.º — Das guias para multas deverão constar: o nome do infrator, a infração cometida, o valor da multa, a repartição onde deve a mesma ser recolhida, e o órgão metrológico que a impôs.

§ 3.º — O número de vias de cada certificado, recibo, ou guia, deverá ser suficiente para que seja devolvida uma delas a cada órgão interessado.

Art. 80 — Os selos adesivos necessários para os fins dos arts. 77 e 78 serão adquiridos pelo interessado, por ele entregues ao órgão executor e por este apostos e inutilizados no certificado que emitir.

Parágrafo único — As fórmulas fornecidas e os certificados, recibos ou guias emitidos por qualquer órgão executor, serão pelo mesmo marcados com o respectivo carimbo, sem o que não terão valor.

Art. 81 — O produto das taxas correspondentes a exames e aferições executados por qualquer órgão metrológico oficial e das multas por ele impostas será destinado a custear as despesas acarretadas ao mesmo órgão pelo desempenho de suas atribuições metrológicas, na forma que estabelecer o acordo a que se referem os decretos-leis números 592, de 4 de agosto, e 886, de 24 de novembro de 1938, e este regulamento.

Art. 82 — A todo órgão executor oficial que não gozar de autonomia suficiente para arrecadar a parte que lhe couber das taxas e multas correspondentes a seus serviços metrológicos, ou para despender diretamente as respectivas importâncias, serão atribuídos, cada ano, pelo respectivo Governo, recursos suficientes para manter eficientemente o desempenho das suas atribuições metrológicas.

Art. 83 — Cada órgão executor, para cumprir o disposto no art. 29 do decreto-lei n. 592, de 4 de agosto de 1938, e nos

arts. 81 e 82 deste regulamento, manterá um registo especial das quantias arrecadadas e despendidas em virtude do desempenho de suas atribuições metrológicas.

Art. 84 — A distribuição das rendas para o custeio dos serviços metrológicos de órgãos estaduais e municipais aos quais se haja delegado o exercício de atribuições será regulada por acordo, cujas cláusulas deverão:

a) estabelecer o modo de repartir as rendas, obedecendo ao disposto no art. 77;

b) dispor sobre a maneira de proceder ao recolhimento e efetivar a distribuição da importância das multas que forem arrecadadas.

Art. 85 — O acordo a que se refere o artigo anterior será concluído diretamente entre os órgãos metrológicos interessados, assinado pelos respectivos chefes e referendado na forma estabelecida pelo parágrafo único deste artigo.

Parágrafo único — O *referendum* é feito:

a) no caso de acordo entre o Instituto Nacional de Tecnologia e um órgão municipal, pelo Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio e pelo representante devidamente acreditado do Governo Estadual interessado;

b) no caso de acordo entre o Instituto Nacional de Tecnologia e um órgão municipal, pelo Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio e pelos representantes devidamente acreditados do Secretário de Estado a que o assunto esteja afeto, no Governo do Estado a que pertencer o Município interessado, e pelo Prefeito do mesmo Município;

c) no caso de acordo entre um órgão estadual e um órgão municipal, pelo Secretário de Estado ao qual o assunto esteja afeto e pelo Prefeito do Município interessado.

CAPÍTULO XII

DAS PENALIDADES

Art. 86 — É nulo todo documento, ou transação, em que haja inobservância do disposto no art. 3º e seus parágrafos 2º, 3º, 4º e 5º, com as ressalvas constantes do § 1º.

Art. 87 — Será aplicada a multa de 100\$000 (cem mil réis) nos seguintes casos:

a) infração de qualquer das disposições constantes dos arts. 20, 33 e 40;

b) utilização, para os fins do art. 33, de medidas ou instrumentos de medir interditados, nos termos do artigo 93.

Art. 88 — Será aplicada a multa de 200\$000 a 500\$000 (duzentos mil réis a quinhentos mil réis) a quem se opuser à ação fiscalizadora dos órgãos metrológicos.

Art. 89 — Será aplicada a multa de 200\$000 a 500\$000 (duzentos mil réis a quinhentos mil réis) no caso de medições fraudulentamente erradas, tendo-se em vista as disposições do art. 37 e seus parágrafos.

Art. 90 — Será aplicada a multa de 300\$000 a 500\$000 (trezentos mil réis a quinhentos mil réis) nos seguintes casos:

a) adulteração ou falseamento, com intuito de fraude, de qualquer medida ou instrumento de medir, bem como das indicações numéricas de que tratam os arts. 38 e 39;

b) adulteração ou falsificação de quaisquer recibos, certificados, vistos, sinais ou carimbos de que trata este regulamento, bem como de quaisquer outros documentos expedidos em virtude dos decretos-leis ns. 592, de 4 de agosto, e 886, de 24 de novembro de 1938, deste regulamento ou das instruções e demais atos que os completam.

Art. 91 — Será aplicada a multa de 100\$000 a 500\$000 (cem mil réis a quinhentos mil réis), conforme a gravidade do caso, a juízo do órgão metrológico competente, a quem cometer qualquer infração dos Decretos-leis ns. 592, de 4 de agosto, e 886, de 24 de novembro de 1938, do presente regulamento ou das instruções e demais atos que os completam, que não tenha sido expressamente prevista neste capítulo.

Art. 92 — As multas a que se referem os artigos anteriores serão elevadas ao dobro no caso de reincidência.

Art. 93 — Serão interditados, para os fins do art. 33, quaisquer medidas, ou instrumentos de medir, que, nos exames ou aferições, não satisfizerem todas as condições gerais e especiais de que tratam, respectivamente, os arts. 34 e 14.

Parágrafo único — A interdição será suspensa somente quando a medida, ou instrumento de medir, devidamente regulado ou consertado, submetido a novo exame ou aferição, satisfaça todas as condições a que se refere este artigo.

Art. 94 — Será apreendido e inutilizado, sem prejuízo da multa ou outra penalidade que couber, todo instrumento de medir, ou medida, adulterado, ou falsificado, com intuito de fraude.

Art. 95 — Sem prejuízo das demais penas que couberem, serão aplicadas as de advertência, suspensão, ou demissão, conforme a gravidade do caso, e a juízo das autoridades competentes, aos funcionários de órgãos metrológicos que, no desempenho de suas atribuições, revelem negligência ou cometam qualquer abuso de autoridade, fraude, ou outra falta.

Art. 96 — Fica proibido o exercício de qualquer das atividades de que trata o art. 31 a quem quer que haja praticado alguma das infrações previstas no art. 90 ou abuso ou fraude, nos termos do artigo 95.

Art. 97 — Nos casos, devidamente comprovados, de deficiência técnica, abuso, fraude ou desrespeito aos decretos-leis ns. 592, de 4 de agosto, e 886, de 24 de novembro de 1938, ao presente regulamento ou às instruções e demais atos que os completam, por parte de qualquer órgão ou entidade, a que tenha sido delegado o exercício de atribuições metrológicas, nos termos dos arts. 53, 54, 55 e 56, ser-lhe-ão aplicadas, pelo órgão que lhe delegou tais funções, as seguintes penas:

a) suspensão, total ou parcial, da delegação, pelo prazo de um a três meses, si se tratar de falta menos grave a juízo do órgão fiscalizador;

b) cassação total ou parcial da delegação, si se tratar de falta grave, a juízo do mesmo órgão.

§ 1º — A pena de suspensão ou cassação, integral ou parcial, da delegação do exercício de atribuições será aplicada pelo chefe do órgão metrológico competente, o qual providenciará para assegurar a manutenção integral dos serviços a cargo do órgão punido.

§ 2º — Tratando-se de fabricante de medidas ou instrumentos de medir, ou de empresa de serviços públicos, poderá ainda ser aplicada, pelo órgão metrológico competente, e a seu critério, a multa de 100\$000 a 500\$000 (cem mil réis a quinhentos mil réis), conforme a gravidade do caso, e do dobro na reincidência.

Art. 98 — O processo das infrações terá por base o auto lavrado pelos funcionários dos serviços metrológicos ou a denúncia escrita de particulares.

§ 1º — Devidamente intimado, o acusado terá o prazo de 30 dias para apresentar a defesa, que poderá ser acompanhada de documentos.

§ 2º — Findo esse prazo, e juntada a defesa ou a declaração de revelia, o processo, após as diligências que se tornarem precisas, será julgado pelo funcionário que presidir ao órgão metrológico em cuja jurisdição houver ocorrida a infração.

§ 3º — Dessa decisão caberá recurso no prazo de 20 dias: voluntário, se contrário ao acusado, ou *ex-officio* se lhe fôr favorável.

§ 4º — O recurso será interposto para o diretor do Instituto Nacional de Tecnologia, e, no caso de ser voluntário, só será encaminhado mediante depósito prévio da multa ou fiança idonea.

§ 5º — Ouvida a Comissão de Metrologia e o órgão estadual interessado, na forma do seu regimento, o diretor do Instituto Nacional de Tecnologia proferirá decisão, que porá termo ao processo administrativamente.

Art. 99 — As penalidades que forem aplicadas em virtude deste regulamento não impedem a aplicação de outras, estabelecidas pelas leis penais em vigor, e cabíveis no mesmo caso.

CAPÍTULO XIII

DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 100 — Fazendo-se o Brasil representar nas reuniões realizadas em virtude da Convenção Internacional do Metro, ou em algum Congresso, Reunião, Convenção, Exposição, ou análogo, referente a qualquer assunto metrológico, figurará em sua representação, pelo menos, um técnico de notória competência nesses assuntos, escolhido pelo Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio, dentre cinco nomes constantes de lista organizada pela Comissão de Metrologia.

Art. 101 — As despesas necessárias para atender ao disposto no artigo anterior serão levadas na devida conta, para os fins do art. 29 do Decreto-Lei n. 592, de 4 de agosto de 1938.

Art. 102 — Não será concedida patente de invenção, ou outro título de propriedade industrial, nem permitido, ou renovado, registro de marca de fábrica ou de comércio, nos termos da lei, tendo por objeto medida ou instrumento de medir, sem que a respeito se pronuncie favoravelmente o Instituto Nacional de Tecnologia.

Parágrafo único — O Instituto terá o prazo máximo de 90 dias para emitir parecer.

Art. 103 — O Instituto Nacional de Tecnologia manterá, para fins estatísticos e para os da alínea *m* do artigo 47, um registro de todos os fabricantes de medidas, ou instrumentos de medir, estabelecidos com fábrica no território nacional.

§ 1.º — Cada fabricante será registado mediante declaração, dirigida ao diretor do Instituto Nacional de Tecnologia e entregue ao órgão ao qual competir a fiscalização metrológica no lugar em que se ache instalada a fábrica, devendo ser por este último encaminhada, após a conveniente verificação, dentro do prazo de 15 dias úteis.

§ 2.º — Da declaração a que se refere o parágrafo anterior deverão constar:

- a) a localização da fábrica;
- b) o nome do responsável;
- c) a natureza das medidas, ou instrumentos de medir, que são ali fabricados;
- d) a produção anual.

Art. 104 — A quem quer que exerça qualquer função metrológica em órgão federal, estadual ou municipal não é permitido ser proprietário, sócio, nem empregado, nem ter qualquer interesse financeiro, em empresa comercial ou industrial que seja ou possa ser fiscalizada pelo órgão a que pertencer.

Parágrafo único — Excetuam-se dessa proibição:

- a) as funções de membro da Comissão de Metrologia;
- b) as funções de magistério em qualquer órgão metrológico.

Art. 105 — O Instituto Nacional de Tecnologia e os órgãos metrológicos aos quais haja sido delegada a correspondente atribuição poderão, eventualmente, por motivos de ordem técnica, dispensar do exame inicial que lhes competiria executar, nos termos do § 2.º do art. 64, determinados padrões, ou instrumentos, que possuam certificados expedidos por outros órgãos metrológicos, por eles considerados idôneos, tornando-se tais certificados, dessa forma, válidos para os fins do referido artigo.

Art. 106 — Todo órgão metrológico oficial poderá, a juízo e com autorização expressa do órgão que o inspecionar tecnicamente, entrar em acordo com repartições técnicas e escolas superiores mantidas pelo Governo do respectivo Estado, para dar desempenho a parte de suas atribuições metrológicas.

§ 1.º — As atividades que as referidas repartições e escolas poderão exercer, consoante o disposto neste artigo, deverão ser de caráter estritamente técnico.

§ 2.º — As repartições e escolas que exercerem atividades metrológicas, na forma do disposto neste artigo, passarão a ficar sujeitas, no que concerne a tais atividades, à inspeção técnica do órgão que houver autorizado o acordo.

Art. 107 — Conforme as possibilidades econômicas e o aparelhamento metroológico existente, fixará a Comissão de Metrologia a época em que começarão a ser aplicados, nas diversas regiões do país, os dispositivos que, no Decreto-Lei n. 592, de 4 de agosto de 1938, e no presente regulamento se referem:

a) à proibição da menção de medidas não legais em qualquer documento ou transação;

b) à proibição da venda das medidas, ou instrumentos de medir, que não estejam de acordo com o disposto no art. 20;

c) à proibição de uso, para as finalidades do art. 33, das medidas, ou instrumentos de medir que não estejam de acordo com o disposto nesse artigo;

d) às exigências relativas às indicações numéricas concernentes a mercadorias, nos termos dos arts. 38, 39 e 41;

e) à admissão aos cargos técnicos, nos termos do art. 74;

f) à realização, sem aviso prévio, dos exames, verificações e aferições complementares, a que se refere o art. 67;

g) à necessidade de parecer do Instituto Nacional de Tecnologia antes de ser concedida qualquer patente ou outro título de propriedade industrial ou autorizado qualquer registro ou renovação de marca, relativamente a medida ou instrumento de medir, nos termos do artigo 102;

h) à delegação de atribuições metroológicas a fabricantes de medidas ou instrumentos de medir e a empresas de serviços públicos, nos termos dos arts. 55 e 56;

i) à aplicação de penalidades, nos termos do capítulo XII;

j) ao pagamento de taxas, nos termos dos arts. 75, 76 e 77;

k) à aplicação da tabela anexa, nos termos do art. 78 e seu § 1.º.

§ 1.º — Os dispositivos enumerados neste artigo não poderão, em qualquer caso, entrar em vigor senão depois de decorridos dois anos da data da publicação do Decreto-Lei n. 592, de 4 de agosto de 1938, e um ano da data da expedição do presente regulamento.

§ 2.º — Os dispositivos não mencionados neste artigo entram em vigor na data da publicação deste regulamento.

Art. 108 — A aparelhagem, em material e pessoal, necessária à execução, em todo o território nacional, dos Decretos-Leis ns. 592, de 4 de agosto, e 886, de 24 de novembro de 1938, do presente regulamento e das instruções e demais atos que os completarem, será constituída gradativamente, consoante as necessidades locais e as possibilidades técnicas e econômicas, dependendo disso a fixação da data a que se refere o artigo anterior.

Parágrafo único — Tal aparelhagem deverá, porém, estar completa dentro de dez anos, contados da data da publicação do Decreto-Lei n. 592, de 4 de agosto de 1938, cabendo aos órgãos administrativos interessados providenciar para que este dispositivo seja, dentro de breve prazo, posto em execução.

Art. 109 — Poderá o Instituto Nacional de Tecnologia permitir, sem prejuízo do disposto no art. 39, e até à época que para isso fôr fixada em cada caso pela Comissão de Metrologia, o uso ou menção, em documentos, transações, mercadorias, medidas e instrumentos de medir, de determinadas indicações numéricas não expressas em unidades legais, do uso corrente, na classificação de certas peças ou objetos, pelo valor de determinadas características.

Art. 110 — Ficam isentas das exigências do art. 39 as mercadorias contidas em invólucros e já existentes, ou fabricadas no país, até à data que para isso fixar a Comissão de Metrologia.

Art. 111 — As medidas e os instrumentos de medir já existentes no país na data que para isso fixar a Comissão de Metrologia poderão, depois das datas que forem estabelecidas em virtude do artigo 107, alíneas b e c, e a critério do órgão metroológico competente, ser vendidos ou expostos à venda ou, ainda, utilizados para os fins do art. 33, independentemente de aprovação do tipo e de exame inicial, desde que satisfaçam as exigências constantes das instruções a que se refere o art. 34.

Art. 112 — Os cargos técnicos correspondentes a qualquer função metroológica decorrente da execução dos decretos-leis

ns. 592, de 4 de agosto, e 886, de 24 de novembro de 1938, e deste regulamento serão preenchidos inicialmente pelos funcionários do Instituto Nacional de Tecnologia e dos órgãos metrológicos estaduais e municipais aos quais haja sido delegado o exercício de atribuições metrológicas.

Parágrafo único — A admissão de novos funcionários ao exercício de tais cargos ou funções, após a época que fôr fixada na conformidade do art. 407, alínea e, só poderá ser feita nos termos definidos no art. 74.

Art. 113 — Os órgãos metrológicos estaduais e municipais, as empresas e os demais órgãos ou entidades que, de acordo com a legislação vigente, estavam, na data da publicação do decreto-lei n. 592, de 4 de agosto de 1938, desempenhando funções metrológicas de caráter legal continuarão a desempenhá-las no mesmo caráter, até à época que para isso fixar a Comissão de Metrologia, e sob a inspeção técnica do órgão competente, ao qual deverão fornecer os dados e informações que este lhes solicitar.

Art. 114 — Serão obrigatórias, a partir da data que se fixar no acordo a que alude o art. 84, e até à época que fôr estabelecida na conformidade do art. 107, alínea j a aposição e inutilização, nos certificados ou recibos de aferição expedidos nos termos dos arts. 17 e 18 do decreto-lei número 592, de 4 de agosto de 1938, de estampilha federal do valor de 5\$000 (cinco mil réis).

§ 1.º — Durante o prazo a que este artigo alude, poderá ser expedido um único certificado para mais de uma medida ou instrumento de medir, nos seguintes casos:

- a) apresentando-se jogos de pesos (medidas ou padrões de massa), até dez peças;
- b) apresentando-se jogos de medidas de capacidade, até dez peças;
- c) ocorrendo certas hipóteses que serão definidas no acordo de que trata o art. 84, no intuito de evitar um ônus suplementar para o público e tendo-se em vista o disposto no art. 115.

§ 2.º — Nos casos de infração deste artigo, além de se exigir o seu imediato e rigoroso cumprimento, aplicar-se-á a pena de multa, em valor igual a dez vezes o da infração, cabendo ação sumária para a respectiva cobrança executiva.

§ 3.º — O disposto neste artigo aplica-se também aos exames e vistos dos certificados de que trata o § 3.º do art. 29.

Art. 115 — A cada órgão executor caberá, durante o prazo definido no art. 114, e nos termos dos artigos 53 e 54, uma renda constituída pela parte que lhe tocar nas multas que ele houver aplicado e por uma taxa de inspeção técnica, ambas fixadas no acordo correspondente.

Parágrafo único — O acordo obedecerá ao disposto no art. 85 e seu parágrafo único.

Art. 116 — O órgão técnico da Prefeitura do Distrito Federal ao qual venha a ser delegado o exercício de atribuições metrológicas ficará sujeito às mesmas exigências e gozará das mesmas prerrogativas que os órgãos metrológicos estaduais.

Art. 117 — Os preceitos dos decretos-leis ns. 592, de 4 de agosto, e 886, de 24 de novembro de 1938, e do presente regulamento, não se aplicam a disposições sobre matéria de caráter metrológico incluídas em contratos celebrados em data anterior à data de sua publicação.

Parágrafo único — Esses contratos, no caso de renovação, deverão adaptar-se aos referidos preceitos.

Art. 118 — Decorrendo de resoluções das Conferências Gerais de Pesos e Medidas quaisquer alterações em dispositivos do presente regulamento, serão estas submetidas, com observância do processo indicado no art. 2.º, à aprovação definitiva do Ministro do Trabalho, Indústria e Comércio, cujos atos, nessa conformidade, serão incorporados como aditivos a este regulamento.

Art. 119 — Ficam revogadas as disposições em contrário.
Rio de Janeiro, 16 de junho de 1939. — *Waldemar Falcão.*

QUADRO IV
APARELHAMENTO DE ÓRGÃOS METROLÓGICOS
ESTADUAIS

Grandeza	Limites	Incerteza máxima
Comprimento	até 1m	0,05 mm
Massa	até 1 g	$\pm 0,2$ mg
	acima de 1 g até 10 g	± 1 mg
	acima de 10 g até 100 g	$\pm 1/10$ 000
	acima de 100 g até 500 g	$\pm 1/25$ 000
	acima de 500 g até 50 kg	$\pm 1/50$ 000

QUADRO V
APARELHAMENTO DE ÓRGÃOS METROLÓGICOS
MUNICIPAIS

Grandeza	Limites	Incerteza máxima
Comprimento	até 1m	0,2 mm
Massa	até 10 g	± 5 mg
	acima de 10 g até 100 g	$\pm 1/2$ 000
	acima de 100 g até 500 g	$+ 1/5$ 000
	acima de 500 g até 50 kg	$\pm 1/10$ 000

TABELA

PERCENTAGEM DA IMPORTANCIA INTEGRAL DAS TAXAS E MULTAS A QUE TÊM DIREITO OS ÓRGÃOS EXECUTORES, APÓS A ÉPOCA MENCIONADA NA ALÍNEA K DO ART. 107.

O órgão que executa o serviço ou impõe a multa é:	O órgão que inspeciona tecnicamente o da 1. ^a coluna é:	Percentagem do órgão:			
		Federal	Estadual	Municipal	Fabricante ou Empresa
Federal	100%	0	0	0
Estadual (art. 17 do Decreto-Lei 592)...	Federal	20%	80%	0	0
Municipal (art. 18 do Decreto-Lei 592)...	Federal	40%	0	60%	0
Municipal (art. 18 do Decreto-Lei 592)...	Estadual	20%	20%	60%	0
O órgão que executa o serviço é: Fabricante ou Empresa (art. 19 ou 20 do Decreto-Lei 592)	Federal	70%	0	0	30%
	Estadual	20%	50%	0	30%
	Municipal	20%	20%	30%	30%

ESPECIFICAÇÃO N.º 1
PADRÃO SECUNDÁRIO DE COMPRIMENTO

Denominação	Metro — padrão secundário.
Natureza	Régua de secção em forma de H ou retangular, dividida por traços.
Material	Aço inoxidável, níquel puro ou invar.

Divisão	(No mínimo): Em decímetros, de 0 a 1 metro; Em centímetros, num dos decímetros extremos, e em milímetros, num dos extremos, e em milímetros, num dos centímetros extremos, devendo a gra- duação ir, pelo menos, até 1 mili- metro além do traço 0 da régua ou do traço correspondente a 1 metro.
Qualidade dos traços	A incerteza de leitura devida às imperfeições dos traços não deve ultrapassar a ordem de grandeza de ± 5 milésimos de mili- metro em qualquer traço.
Exatidão	O valor da distância, à temperatura de 20°C , de qualquer traço do padrão ao respec- tivo traço 0 deve ser igual ao respec- tivo valor nominal, com a tolerância de ± 5 centésimos de milímetro.
Certificado	O valor real da distância de cada 0 do pa- drão ao respectivo traço 0, à tempera- tura de 20°C , deverá constar de um certificado expedido pelo Instituto Na- cional de Tecnologia, ou por este re- conhecido válido. Do mesmo certifi- cado deverá constar a equação do pa- drão em função da temperatura, ou, pelo menos, o seu coeficiente de dila- tação linear a 20°C . Os dados acima devem ser indicados nos certificados com precisão suficiente para que de seu uso não resulte incerteza superior a ± 2 centésimos de milímetros na distância de qualquer traço do padrão ao respec- tivo traço 0, para temperaturas com- preendidas entre 15°C e 25°C .

ESPECIFICAÇÃO N.º 2

PADRÃO SECUNDÁRIO DE MASSA

Denominação	Quilograma — padrão secundário.
Natureza	Blóco massiço, sem cavidades e sem partes desmontáveis nem dispositivos para ajustamento.

Material	Latão, revestido externamente de uma ca- mada contínua de ouro ou platina; a massa específica média do padrão deve ser compreendida, a 20°C , entre 8,3 e $8,5 \text{ g/cm}^3$.
Acabamento	Polimento especular.
Exatidão	O valor da massa do padrão deve ser de 1 quilograma, com tolerância de ± 1 centígrama.

ESPECIFICAÇÃO N.º 3

PADRÃO TERCIÁRIO DE COMPRIMENTO

Denominação	Metro — padrão terciário.
Natureza	Régua, de secção retangular dividida por traços terminados numa das arestas.
Material	Aço inoxidável, com coeficiente de dilatação linear compreendido entre $10 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ e $10 \times 13^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ à temperatura de 20°C .
Qualidade dos traços	A incerteza de leitura devida às imperfei- ções dos traços não deve ultrapassar a ordem de grandeza de ± 2 centésimos de milímetro em qualquer traço.
Exatidão	O valor da distância, à temperatura de 20°C , de qualquer traço do padrão ao respec- tivo traço 0 deve ser igual ao respec- tivo valor nominal com a tolerância de $\pm 0,1$ milímetro.

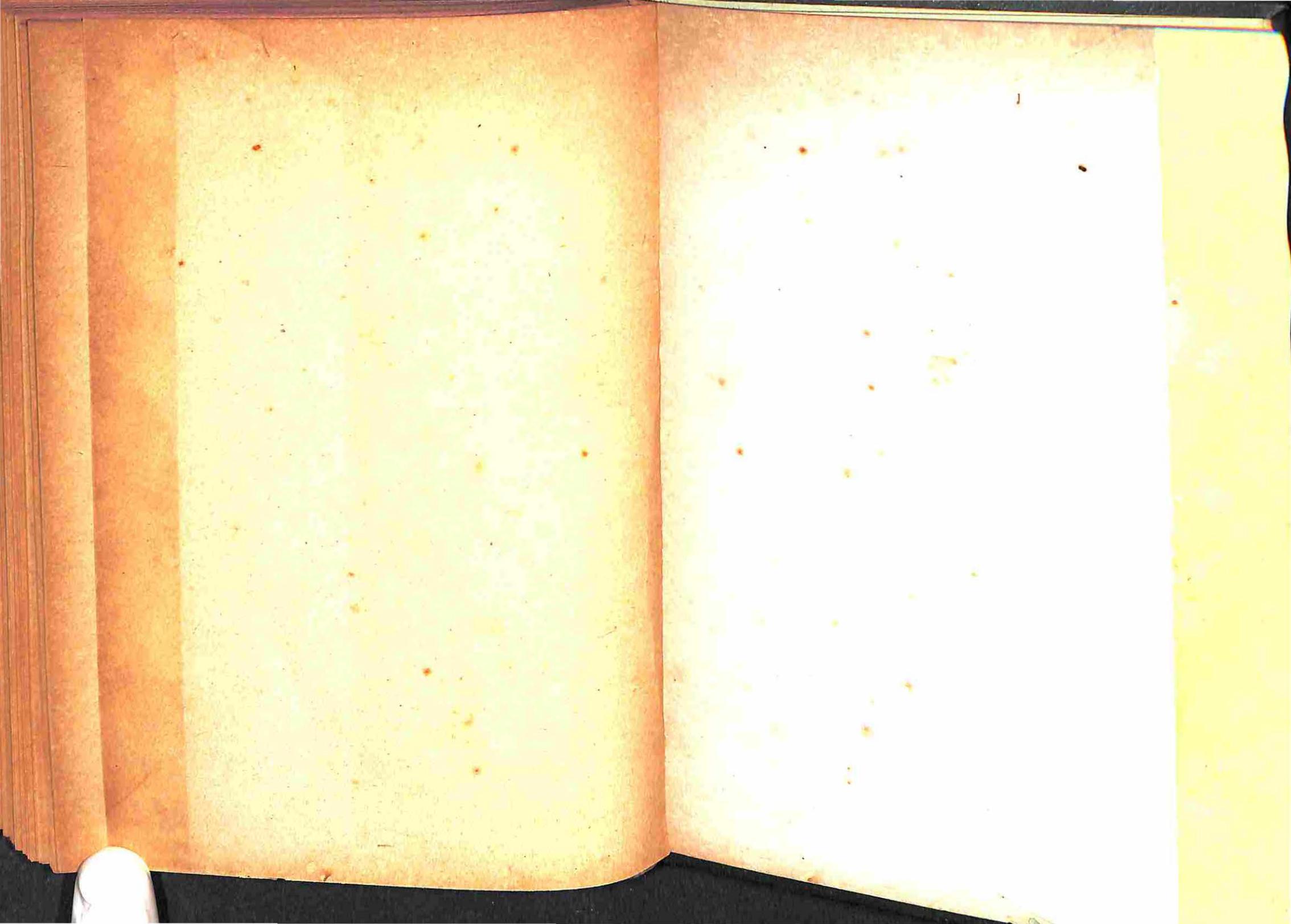
ESPECIFICAÇÃO N.º 4

PADRÃO TERCIÁRIO DE MASSA

Denominação	Quilograma — padrão terciário.
Natureza	Blóco massiço sem cavidades e sem partes demonstáveis nem dispositivos para ajustamento.

Material	Latão, revestido externamente de uma camada contínua de ouro, platina ou cromo; a massa específica média do padrão a 20°C, deve estar compreendida entre 8,3 e 8,5 g/m ³ .
Acabamento	Polimento especular.
Exatidão	O valor da massa do padrão deve ser igual a 1 quilograma, com tolerância de ± 5 centigramas.

★ Este livro foi composto e impresso nas oficinas da Empresa Grafica da "Revista dos Tribunais" Ltda., à rua Conde de Sarzedas, 38, S. Paulo. para a Companhia Editora Nacional, à rua dos Gusmões, 639, em novembro de 1941.



INICIAÇÃO CIENTIFICA

4.ª SERIE

da

BIBLIOTECA PEDAGOGICA BRASILEIRA

Sob a direção de Fernando de Azevedo



VOLUMES PUBLICADOS:

- 1 — PROF. SIGM. FREUD: CINCO LIÇÕES DE PSICANALISE — Tradução dos Drs. DURVAL MARCONDES e BARBOSA CORREIA — 3.ª edição.
- 2 — DR. OTAVIO DOMINGUES: EUGENIA EM CINCO LIÇÕES.
- 3 — MAX BEER: KARL MARX: SUA VIDA E SUA OBRA — Tradução de MENOTTI DEL PICCHIA (esgotado).
- 4 — DR. ALEXANDRE LIPSCHÜTZ: PORQUE MORREMOS — Tradução revista pelo DR. ALVARO OSORIO DE ALMEIDA.
- 5 — DR. ANDRÉ DREYFUS: A VIDA E O UNIVERSO E OUTROS ENSAIOS.
- 6 — ENG. MILTON DA SILVA RODRIGUES: ELEMENTOS DE ESTATISTICA GERAL.
- 7 — DR. C. DE MELLO-LEITÃO: A VIDA MARAVILHOSA DOS ANIMAIS.
- 8 — PROF. ARMAND CUVILLIER: ABC DA PSICOLOGIA — Tradução e notas de J. B. DAMASCO PENNA.
- 9 — PROF. FERNANDO DE AZEVEDO: PRINCIPIOS DE SOCIOLOGIA — Pequena introdução à Ciência Social — 3.ª edição.
- 10 — HENRY GEORGE: PROGRESSO E POBREZA — Tradução de AMERICO WERNER JR.
- 11 — PROF. ROBERTO LAUN: A DEMOCRACIA — Ensaio sociológico, jurídico e de filosofia política — Tradução de ALBINO CAMARGO.
- 12 — PROFS. OSBORNE e NEUMEYER: A COMUNIDADE E A SOCIEDADE — Uma introdução à sociologia — Trad. de J. DE SAMPAIO FERRAZ.
- 13 — PROF. ANCYONE COSTA: ARQUEOLOGIA GERAL. — Civilizações da America Pre-Colombiana — Antiguidade Classica — Civilizações Orientais — Edição ilustrada.
- 14 — GUSTAVE BESSIERE: CINCO LIÇÕES DE ECONOMIA RACIONAL (Aritmetica para uso dos Homens de Estado) — Tradução e anotações de ALDO MARIO DE AZEVEDO.
- 15 — EMILE DURKHEIM: AS REGRAS DO METODO SOCIOLOGICO — Com uma introdução especial de PAUL ARBOUSSE-BASTIDE, da Universidade de São Paulo.
- 16 — FRANÇOIS PÉROUX: OS MITOS HITLERISTAS (Problemas da Alemanha contemporanea) — Tradução de CECILIA MEIRELES.
- 17 — HERBERT BALDUS e EMILIO WILLEMS: DICCIONARIO DE ETNOLOGIA E SOCIOLOGIA.
- 18 — S. FRÖES ABREU: PESQUISA E EXPLORAÇÃO DO PETROLEO (Com especial referencia ao Brasil) — Edição ilustrada.
- 19 — FERNANDO DE AZEVEDO: SOCIOLOGIA EDUCACIONAL — Introdução ao Estudo dos Fenômenos educacionais e de suas relações com os outros Fenômenos Sociais.
- 20 — CANDIDO DE MELLO-LEITÃO: A VIDA NA SELVA.



Edições da COMPANHIA EDITORA NACIONAL
São Paulo — Rio de Janeiro, — Recife — Porto-Alegre

Impresso na
E. G. "Revista dos Tribunais" Ltda.

