

Quadro Geral de Unidades de Medida



Rio de Janeiro
2007

Quadro Geral de Unidades de Medida

Resolução do CONMETRO Nº 12/88

**INMETRO – INSTITUTO NACIONAL
DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO
E QUALIDADE INDUSTRIAL**

Miguel João Jorge Filho
Ministro do Desenvolvimento,
Indústria e Comércio Exterior

João Alziro Herz da Jornada
Presidente do Inmetro

Jorge Humberto Nicola
Diretor de Tecnologia e Inovação

Humberto Brandi
Diretor de Metrologia Científica e industrial

Jorge Luiz Seewald
Diretor de Metrologia Legal

Alfredo Carlos Orphão Lobo
Diretor da Qualidade

Wanderley de Souza
Diretor de Programas

Antonio Carlos Godinho Fonseca
Diretor de Administração e Finanças

Oscar Acselrad
Diretor de Planejamento e Desenvolvimento

Jorge Cruz
Coordenador Geral de Articulação Internacional

Marcos Aurélio Lima de Oliveira
Coordenador Geral de Acreditação

**CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI
E CONSELHO NACIONAL DO SENAI**

Confederação Nacional da Indústria - CNI
Armando de Queiroz Monteiro Neto
Presidente

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI
Armando de Queiroz Monteiro Neto
Conselho Nacional - Presidente

SENAI - Departamento Nacional
José Manuel de Aguiar Martins
Diretor - Geral

Regina Maria de Fátima Torres
Diretora de Operações

Convênio de Cooperação INMETRO e SENAI/DN

INMETRO

Paulo Roberto Braga e Mello
Divisão de Informação Tecnológica/
Diretoria de Tecnologia e Inovação

Luiz Duarte de Arraes Alencar
Serviço de Produtos de Informação/
Divisão de Informação Tecnológica/
Diretoria de Tecnologia e Inovação

SENAI-DN

Unidade de Tecnologia Industrial - UNITEC

Orlando Clapp Filho
Gerente Executivo

Wellington Penetra da Silva
Gerente de Informação Tecnológica

Mara Gomes
Analista de Desenvolvimento Industrial



CNI
SESI
SENAI
IEL

== **SENAI** ==

Quadro Geral de Unidades de Medida

Resolução do CONMETRO Nº 12/88

4ª edição

Editora SENAI
2007

©2007 INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial e SENAI – Departamento Nacional.

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Capa

Núcleo de Design Gráfico - SENAI Artes Gráficas

Coordenação Editorial e Assistência Documental

Editora SENAI: Eliane Izis Montenegro

INMETRO: Alciene Salvador

Outros títulos do convênio

- 1 - Regulamentação Metrológica: Resolução do CONMETRO nº 11/88
- 2 - Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal
- 3 - Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia

Catálogo-na-Publicação (CIP) - Brasil

I 57 q INMETRO.

Quadro geral de unidades de medida :
resolução CONMETRO nº 12/88 / INMETRO,
SENAI - Departamento Nacional. 4. ed. -- Rio
de Janeiro: Ed. SENAI, 2007.

44p.; 21 cm.

ISBN 978-85-99002-17-9

1. Metrologia-Resolução. 2. Unidades de
medida. I.SENAI. Departamento Nacional.
II.Título. III.Título: Resolução CONMETRO
nº 12/88.

CDD: 389.15

SENAI Artes Gráficas
Núcleo de Informação Tecnológica
Tel: (21) 3978-5314
Fax: (21) 2234-7476
artigraficas@rj.senai.br

Sumário

Apresentação	7
Lista de tabelas	9
Resolução nº 12/1988.....	11
Anexo à Resolução do CONMETRO nº 12, de 12 de outubro de 1988	13
1 Sistema Internacional de Unidades	15
2 Outras unidades	17
3 Prescrições gerais	19

Apresentação

O desenvolvimento e a consolidação da cultura metrológica vem-se constituindo em uma estratégia permanente das organizações, uma vez que resultam em ganhos de produtividade, qualidade dos produtos e serviços, redução de custos e eliminação de desperdícios. A construção de um senso de cultura metrológica não é tarefa simples, requer ações duradouras de longo prazo e depende não apenas de treinamentos especializados, mas de uma ampla difusão dos valores da qualidade em toda a sociedade.

Cientes dessa responsabilidade, o INMETRO e o SENAI vêm celebrando regularmente convênios de cooperação que prevêem o desenvolvimento conjunto de ações nos campos da metrologia, da normalização e da avaliação da conformidade, entre as quais a produção e disseminação de literatura especializada.

A presente edição certamente se insere neste contexto, dando prosseguimento a outras anteriormente publicadas.

Ao disponibilizá-la o INMETRO e o SENAI têm a expectativa de tornar mais acessíveis conceitos e informações básicas, tanto para o público especializado como para toda a sociedade.

JOÃO ALZIRO HERZ DA JORNADA
Presidente do INMETRO

JOSÉ MANUEL DE AGUIAR MARTINS
Diretor-Geral do SENAI/DN

Lista de tabelas

Tabela 1 - PREFIXO SI 24

Tabela 2 - UNIDADES DO SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES 25

Tabela 3 - OUTRAS UNIDADES ACEITAS PARA O USO COM O SI 36

Tabela 4 - OUTRAS UNIDADES FORA DO SI 39

Resolução nº 12/1988

O Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - CONMETRO usando das atribuições que lhe confere o artigo 3º da Lei nº 5.966, de 11 de dezembro de 1973, através de sua 20ª Sessão Ordinária realizada em Brasília, em 23/08/1988,

Considerando que as unidades de medida legais no país são aquelas do Sistema Internacional de Unidades - SI, adotado pela Conferência Geral de Pesos e Medidas, cuja adesão pelo Brasil foi formalizada através do Decreto Legislativo nº 57, de 27 de junho de 1953,

Considerando que, a fim de assegurar em todo o Território Nacional a indispensável uniformidade na expressão quantitativa e metrológica das grandezas, cabe privativamente à União, conforme estabelecido na Constituição Federal, dispor sobre as unidades de medida, o seu emprego e, de modo geral, o aspecto metrológico de quaisquer atividades comerciais, agropecuárias, industriais, técnicas ou científicas, resolve:

1. Adotar o Quadro Geral de Unidades de Medida, em anexo, no qual constarão os nomes, as definições, os símbolos das unidades e os prefixos SI.

2. Admitir o emprego de certas unidades fora do SI, de grandezas e coeficientes sem dimensões físicas que sejam julgados indispensáveis para determinadas medições.

3. Estabelecer que o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO seja encarregado de propor as modificações que se tornem necessárias ao Quadro anexo, de modo a resolver casos omissos, mantê-lo atualizado e dirimir dúvidas que possam surgir na interpretação e na aplicação das unidades legais.

4. Esta Resolução entrará em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 12 de outubro de 1988.

ROBERTO CARDOSO ALVES

Anexo à Resolução do CONMETRO nº 12, de 12 de outubro de 1988

Quadro geral de unidades de medida

Este Quadro Geral de Unidades (QGU) contém:

- 1 - Prescrições sobre o Sistema Internacional de Unidades;
- 2 - Prescrições sobre outras unidades;
- 3 - Prescrições gerais;

Tabela 1 - Prefixos SI;

Tabela 2 - Unidades do Sistema Internacional de Unidades;

Tabela 3 - Outras Unidades aceitas para uso com o Sistema Internacional de Unidades;

Tabela 4 - Outras Unidades, fora do Sistema Internacional de Unidades, admitidas temporariamente.

NOTA: São empregadas as seguintes siglas e abreviaturas:

CGPM - Conferência Geral de Pesos e Medidas (precedida pelo número de ordem e seguida pelo ano de sua realização).

QGU - Quadro Geral de Unidades

SI - Sistema Internacional de Unidades

Unidade SI - Unidade compreendida no Sistema Internacional de Unidades

1 Sistema Internacional de Unidades

O Sistema Internacional de Unidades, ratificado pela 11ª CGPM/1960 e atualizado até a 18ª CGPM/1987, compreende:

a) sete unidades de base:

UNIDADE	SÍMBOLO	GRANDEZA
metro	m	comprimento
quilograma	kg	massa
segundo	s	tempo
ampère	A	corrente elétrica
kelvin	K	temperatura termodinâmica
mol	mol	quantidade de matéria
candela	cd	intensidade luminosa

b) duas unidades suplementares:

UNIDADE	SÍMBOLO	GRANDEZA
radiano	rad	ângulo plano
esterradiano	sr	ângulo sólido

c) unidades derivadas, deduzidas direta ou indiretamente das unidades de base e suplementares;

d) os múltiplos e submúltiplos decimais das unidades acima, cujos nomes são formados pelo emprego dos prefixos SI da Tabela 1.

2 Outras unidades

2.1 AS UNIDADES FORA DO SI ADMITIDAS NO QGU

SÃO DE DUAS ESPÉCIES:

- a) unidades aceitas para uso com o SI, isoladamente ou combinadas entre si e/ou com unidades SI, sem restrição de prazo (ver Tabela 3);
- b) unidades admitidas temporariamente (ver Tabela 4).

2.2 É ABOLIDO O EMPREGO DAS UNIDADES CGS, EXCETO AS QUE ESTÃO COMPREENDIDAS NO SI E AS MENCIONADAS NA TABELA 4.

3 Prescrições gerais

3.1 GRAFIA DOS NOMES DE UNIDADES

3.1.1 Quando escritos, por extenso, os nomes de unidade começam por letra minúscula, mesmo quando têm o nome de um cientista (por exemplo, ampère, kelvin, newton, etc.), exceto o grau Celsius.

3.1.2 Na expressão do valor numérico de uma grandeza, a respectiva unidade pode ser escrita por extenso ou representada pelo seu símbolo (por exemplo, quilovolts por milímetro, ou kV/mm), não sendo admitidas combinações de partes escritas por extenso com partes expressas por símbolo.

3.2 PLURAL DOS NOMES DE UNIDADES

Quando os nomes de unidades são escritos ou pronunciados por extenso, a formação do plural obedece às regras básicas:

a) os prefixos SI são invariáveis;

b) os nomes de unidades recebem a letra "s" no final de cada palavra, exceto nos casos da alínea "c",

- quando são palavras simples. Por exemplo: ampères, candelas, curies, farads, grays, joules, kelvins, quilogramas, parsecs, roentgens, volts, webers, etc.;

- quando são palavras compostas em que o elemento complementar de um nome de unidade não é ligado a este por hífen. Por exemplo; metros quadrados, milhas marítimas, unidades astronômicas, etc.

- quando são termos compostos por multiplicação, em que os componentes podem variar independentemente um do outro. Por exemplo: ampères-horas, newtons-metros, ohms-metros, pascals-segundos, watts-horas, etc.

NOTA: Segundo esta regra, e a menos que o nome da unidade entre no uso vulgar, o plural não desfigura o nome que a unidade tem no singular (por

exemplo: becquerels, decibéis, henrys, mols, pascals, etc.), não se aplicando aos nomes de unidades certas regras usuais de formação do plural de palavras.

- c) os nomes ou partes dos nomes de unidades não recebem a letra "s" no final,
 - quando terminam pelas letras s, x ou z. Por exemplo, siemens, lux, hertz, etc.
 - quando correspondem ao denominador de unidades compostas por divisão. Por exemplo, quilômetros por hora, lúmens por watt, watts por esterradiano, etc.;
 - quando, em palavras compostas, são elementos complementares de nomes de unidades e ligados a estes por hífen ou preposição. Por exemplo, anos-luz, elétron-volts, quilogramas-força, unidades (unificadas) de massa atômica, etc.

3.3 GRAFIA DOS SÍMBOLOS DE UNIDADES

3.3.1 A grafia dos símbolos de unidades obedece às seguintes regras básicas:

- a) os símbolos são invariáveis, não sendo admitido colocar, após o símbolo, seja ponto de abreviatura, seja "s" de plural, sejam sinais, letras ou índices. Por exemplo, o símbolo do watt é sempre W, qualquer que seja o tipo de potência a que se refira: mecânica, elétrica, térmica, acústica, etc.;
- b) os prefixos SI nunca são justapostos no mesmo símbolo. Por exemplo, unidades como GWh, nm, pF etc não devem ser substituídas por expressões em que se justaponham, respectivamente, os prefixos mega e quilo, mili e micro, micro e micro, etc.;
- c) os prefixos SI podem coexistir num símbolo composto por multiplicação ou divisão. Por exemplo, kN.cm, k Ω .mA, kV/mm, M Ω .cm, kV/ μ s, μ W/cm² etc.;
- d) os símbolos de uma mesma unidade podem coexistir num símbolo composto por divisão. Por exemplo, Ω .mm²/m, kWh/h, etc.;
- e) o símbolo é escrito no mesmo alinhamento do número a que se refere, e não como expoente ou índice. São exceções os

símbolos das unidades não SI de ângulo plano ($^{\circ}$ ' "), os expoentes dos símbolos que têm expoente, o sinal $^{\circ}$ do símbolo do grau Celsius e os símbolos que têm divisão indicada por traço de fração horizontal;

f) o símbolo de uma unidade composta por multiplicação pode ser formado pela justaposição dos símbolos componentes e que não cause ambigüidade (VA, kWh, etc.), ou mediante a colocação de um ponto entre os símbolos componentes, na base da linha ou a meia altura (N.m ou N•m, m.s^{-1} ou $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ etc);

g) o símbolo de uma unidade que contenha divisão pode ser formado por uma qualquer das três maneiras exemplificadas a seguir:

$$\text{W}/(\text{sr.m}^2), \text{W.sr}^{-1}.\text{m}^{-2}, \frac{\text{W}}{\text{sr.m}^2}$$

não devendo ser empregada esta última forma, quando o símbolo, escrito em duas linhas diferentes, puder causar confusão.

3.3.2 Quando um símbolo com prefixo tem expoente deve-se entender que esse expoente afeta o conjunto prefixo-unidade, como se esse conjunto estivesse entre parenteses.

Por exemplo:

$$\text{dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{mm}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3$$

3.4 GRAFIA DOS NÚMEROS

As prescrições desta seção não se aplicam aos números que não representam quantidades (por exemplo: numeração de elementos em sequência, códigos de identificação, datas, números de telefones etc).

3.4.1 Para separar a parte inteira da parte decimal de um número, é empregada sempre uma vírgula; quando o valor absoluto do número é menor que 1, coloca-se 0 à esquerda da vírgula.

3.4.2 Os números que representam quantias em dinheiro, ou quantidades de mercadorias, bens ou serviços em documentos para efeitos

fiscais, jurídicos e/ou comerciais, devem ser escritos com os algarismos separados em grupo de três, a contar da vírgula para a esquerda e para direita, com pontos separando esses grupos entre si.

Nos demais casos é recomendado que os algarismos da parte inteira e os da parte decimal dos números sejam separados em grupos de três a contar da vírgula para a esquerda e para a direita, com pequenos espaços entre esses grupos (por exemplo: em trabalhos de caráter técnico ou científico), mas é também admitido que os algarismos da parte inteira e os da parte decimal sejam escritos seguidamente (isto é, sem separação em grupos).

3.4.3 Para exprimir números sem escrever ou pronunciar todos os seus algarismos:

a) para os números que representam quantias em dinheiro, ou quantidades de mercadorias, bens ou serviços, são empregadas, de uma maneira geral, as palavras:

mil	=	10^3	=	1.000
milhão	=	10^6	=	1.000.000
bilhão	=	10^9	=	1.000.000.000
trilhão	=	10^{12}	=	1.000.000.000.000

podendo ser opcionalmente empregados os prefixos SI ou os fatores decimais da Tabela 1, em casos especiais (por exemplo: em cabeçalhos de tabelas);

b) para trabalhos de caráter técnico ou científico, é recomendado o emprego dos prefixos SI ou fatores decimais da Tabela 1.

3.5 ESPAÇAMENTO ENTRE NÚMERO E SÍMBOLO

O espaçamento entre um número e o símbolo da unidade correspondente deve atender à conveniência de cada caso, assim, por exemplo:

a) em frases de textos correntes, é dado normalmente o espaçamento correspondente a uma ou a meia letra, mas não se deve dar espaçamento quando há possibilidade de fraude;

- b) em colunas de tabelas, é facultado utilizar espaçamentos diversos entre os números e os símbolos das unidades correspondentes.

3.6 PRONÚNCIA DOS MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS

DECIMAIS DAS UNIDADES

Na forma oral, os nomes dos múltiplos e submúltiplos decimais das unidades são pronunciados por extenso, prevalecendo a sílaba tônica da unidade. As palavras quilômetro, decímetro, centímetro e milímetro, consagradas pelo uso com o acento tônico deslocado para o prefixo, são as únicas exceções a esta regra; assim sendo, os outros múltiplos e submúltiplos decimais do metro devem ser pronunciados com acento tônico na penúltima sílaba (mé), por exemplo, megametro, micrometro (distinto de micrômetro, instrumento de medição), manômetro etc.

3.7 GRANDEZAS EXPRESSAS POR VALORES RELATIVOS

É aceitável exprimir, quando conveniente, os valores de certas grandezas em relação a um valor determinado da mesma grandeza tomado como referência, na forma de fração ou percentagem. Tais são, dentre outras, a massa específica, a massa atômica ou molecular, a condutividade etc.

TABELA 1 – PREFIXO SI

NOME	SÍMBOLO	FATOR PELO QUAL A UNIDADE É MULTIPLICADA
yotta*	Y	$10^{24} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
zetta*	Z	$10^{21} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
exa	E	$10^{18} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
peta	P	$10^{15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
tera	T	$10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000$
giga	G	$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$
mega	M	$10^6 = 1\ 000\ 000$
quilo	k	$10^3 = 1\ 000$
hecto	h	$10^2 = 100$
deca	da	$10 = 10$
deci	d	$10^{-1} = 0,1$
centi	c	$10^{-2} = 0,01$
mili	m	$10^{-3} = 0,001$
micro	μ	$10^{-6} = 0,000\ 001$
nano	n	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$
pico	p	$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$
femto	f	$10^{-15} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 001$
atto	a	$10^{-18} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$
zepto*	z	$10^{-21} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$
yocto*	y	$10^{-24} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$

Observações:

- 1) Por motivos históricos, o nome da unidade SI de massa contém um prefixo, excepcionalmente e por convenção os múltiplos e submúltiplos dessa unidade são formados pela adjunção de outros prefixos SI à palavra **grama** e ao símbolo g.
- 2) Os prefixos desta Tabela podem ser também empregados com unidades que não pertencem ao SI.
- 3) Sobre os símbolos de unidades que têm prefixos e expoente ver 3.3.2.
- 4) As grafias fento e ato serão admitidas em obras sem caráter técnico.

* Prefixos acrescentados pela Portaria INMETRO 2/93.

TABELA 2 - UNIDADES DO SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Além dos exemplos de unidades derivadas sem nomes especiais que constam desta Tabela, estão também compreendidas no SI todas as unidades derivadas que se formarem mediante combinações adequadas de unidades SI.

UNIDADES GEOMÉTRICAS E MECÂNICAS

GRANDEZAS	UNIDADES			
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	OBSERVAÇÕES
Comprimento	metro	m	Metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante um intervalo de tempo de 1/299 792 458 de segundo.	Unidade de Base - definição adotada pela 17ª CGPM/1983.
Área	metro quadrado	m ²	Área de um quadrado cujo lado tem 1 metro de comprimento.	
Volume	metro cúbico	m ³	Volume de um cubo cuja aresta tem 1 metro de comprimento.	
Ângulo Plano	radiano	rad	Ângulo central que subtende um arco de círculo de comprimento igual ao do respectivo raio.	
Ângulo Sólido	esterradiano	sr	Ângulo sólido que, tendo vértice no centro de uma esfera, subtende na superfície uma área igual ao quadrado do raio da esfera.	
Tempo	segundo	s	Duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de cézio 133.	Unidade de Base - definição ratificada pela 13ª CGPM/1967.
Frequência	hertz	Hz	Frequência de um fenômeno periódico cujo período é de 1 segundo.	

GRANDEZAS	UNIDADES			
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	OBSERVAÇÕES
Velocidade	metro por segundo	m/s	Velocidade de um móvel que, em movimento retilíneo uniforme, percorre a distância de 1 metro em 1 segundo.	
Velocidade angular	grau por segundo	rad/s	Velocidade angular de um móvel que, em movimento de rotação uniforme, descreve 1 radiano em 1 segundo.	
Aceleração	metro por segundo, por segundo	m/s ²	Aceleração de um móvel em movimento retilíneo uniformemente variado, cuja velocidade varia de 1 metro por segundo em 1 segundo.	
Aceleração angular	grau por segundo, por segundo	rad/s ²	Aceleração angular de um móvel em movimento de rotação uniformemente variado, cuja velocidade angular varia de 1 radiano por segundo em 1 segundo.	
Massa	quilograma	Kg	Massa do protótipo internacional do quilograma.	1) Unidade de base - definição ratificada pela 3ª CGPM/1901. 2) Esse protótipo é conservado no Bureau Internacional de Pesos e Medidas em Sèvres, na França.
Massa específica	quilograma por metro cúbico	Kg/m ³	Massa específica de um corpo homogêneo, em que um volume igual a 1 metro cúbico contém massa igual a 1 quilograma.	
Vazão	metro cúbico por segundo	m ³ /s	Vazão de um fluido que, em regime permanente através de uma superfície determinada, escoar o volume de 1 metro cúbico do fluido em 1 segundo.	

GRANDEZAS	UNIDADES			
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	OBSERVAÇÕES
Fluxo de massa	quilograma por segundo	kg/s	Fluxo de massa de um material que, em regime permanente através uma superfície determinada, escoar a massa de 1 quilograma do material em 1 segundo.	Esta grandeza é designada pelo nome do material cujo escoamento está sendo considerado (por exemplo, fluxo de vapor).
Momento de inércia	quilograma-metro quadrado	kg.m ²	Momento de inércia, em relação a um eixo de um ponto material de massa igual a 1 quilograma, distante 1 metro do eixo.	
Momento linear	quilograma-metro por segundo	kg.m/s	Momento linear de um corpo de massa igual a 1 quilograma que se desloca com velocidade de 1 metro por segundo.	Esta grandeza é também chamada <i>quantidade de movimento linear</i> .
Momento angular	quilograma-metro quadrado por segundo	kg.m ² /s	Momento angular em relação a um eixo, de um corpo que gira em torno desse eixo com velocidade angular uniforme de 1 radiano por segundo, e cujo momento de inércia, em relação ao mesmo eixo, é de 1 quilograma-metro quadrado.	Esta grandeza é também chamada de <i>quantidade de movimento angular</i> .
Quantidade de matéria	mol	mol	Quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos contidos em 0,012 quilograma de carbono 12.	1) Unidade de base - definição ratificada pela 14ª CGPM/1971. 2) Quando se utiliza o mol, as entidades elementares devem ser especificadas, podendo ser átomos, moléculas, íons, elétrons, ou outras partículas, bem como agrupamentos especificados de tais partículas.
Força	newton	N	Força que comunica à massa de 1 quilograma a aceleração de 1 metro por segundo, por segundo.	

GRANDEZAS	UNIDADES			
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	OBSERVAÇÕES
Momento de uma força, Torque	newton-metro	N.m	Momento de uma força de 1 newton, em relação a um ponto distante 1 metro de sua linha de ação.	
Pressão	pascal	Pa	Pressão exercida por uma força de 1 newton, uniformemente distribuída sobre uma superfície plana de 1 metro quadrado de área, perpendicular à direção da força.	Pascal é também unidade de tensão mecânica (tração, compressão, cisalhamento, tensão tangencial e suas combinações).
Viscosidade dinâmica	pascal-segundo	Pa.s	Viscosidade dinâmica de um fluido que se escoar de forma tal que sua velocidade varia de 1 metro por segundo, por metro de afastamento na direção perpendicular ao plano de deslizamento, quando a tensão tangencial ao longo desse plano é constante e igual a 1 pascal.	
Trabalho, Energia, Quantidade de calor	joule	J	Trabalho realizado por uma força constante de 1 newton que desloca seu ponto de aplicação de 1 metro na sua direção.	
Potência, Fluxo de energia	watt	W	Potência desenvolvida quando se realiza, de maneira contínua e uniforme, o trabalho de 1 joule em 1 segundo.	
Densidade de fluxo de energia	watt por metro quadrado	W/m ²	Densidade de um fluxo de energia uniforme de 1 watt, através de uma superfície plana de 1 metro quadrado de área, perpendicular à direção de propagação da energia.	

UNIDADES ELÉTRICAS E MAGNÉTICAS

Para as unidades elétricas e magnéticas, o SI é um sistema de unidades racionalizado, para o qual foi definido o valor da constante magnética.

$$\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ henry por metro}$$

GRANDEZAS	UNIDADES			
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	OBSERVAÇÕES
Corrente	ampère	A	Corrente elétrica invariável que mantida em dois condutores retilíneos, paralelos, de comprimento infinito e de área de seção transversal desprezível e situados no vácuo a 1 metro de distância um do outro, produz entre esses condutores uma força igual a 2×10^{-7} newton, por metro de comprimento desses condutores.	1) Unidade de base - definição ratificada pela 9ª CGPM/1948. 2) O ampère é também unidade de força agnetomotriz; nesses casos se houver possibilidade de confusão, poderá ser chamado de ampère-espira, porém sem alterar o símbolo A.
Carga elétrica (quantidade de eletricidade)	coulomb	C	Carga elétrica que atravessa em 1 segundo uma seção transversal de um condutor percorrido por uma corrente invariável de 1 ampère.	
Tensão elétrica, diferença de potencial, força eletromotriz	volt	V	Tensão elétrica entre os terminais de um elemento passivo de circuito, que dissipa a potência de 1 watt quando percorrido por uma corrente invariável de 1 ampère.	
Gradiente de potencial, intensidade de campo elétrico	volt por metro	V/m	Gradiente de potencial uniforme que se verifica em um meio homogêneo e isotrópico, quando é de 1 volt a diferença de potencial entre dois planos equipotenciais situados 1 metro de distância um do outro.	A intensidade de campo elétrico pode ser também expressa em newtons por coulomb.
Resistência elétrica	ohm	Ω	Resistência elétrica de um elemento passivo de circuito que é percorrido por uma corrente invariável de 1 ampère, quando uma tensão elétrica constante de 1 volt é aplicada aos seus terminais.	O ohm é também unidade de impedância e de reatância em elementos de circuito percorridos por corrente alternada.

GRANDEZAS	UNIDADES			
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	OBSERVAÇÕES
Resistividade	ohm-metro	$\Omega \cdot m$	Resistividade de um material homogêneo e isotrópico, do qual um cubo com 1 metro de aresta apresenta uma resistência elétrica de 1 ohm entre faces opostas.	
Condutância	siemens	S	Condutância de um elemento passivo de circuito cuja resistência elétrica é de 1 ohm.	O siemens é também unidade de admitância e de susceptância em elementos de circuito percorridos por corrente alternada.
Condutividade	siemens por metro	S/m	Condutividade de um material homogêneo e isotrópico cuja resistividade é de 1 ohm-metro.	
Capacitância	farad	F	Capacitância de um elemento passivo de circuito entre cujos terminais a tensão elétrica varia uniformemente à razão de 1 volt por segundo, quando percorrido por uma corrente invariável de 1 ampère.	
Indutância	henry	H	Indutância de um elemento passivo de circuito, entre cujos terminais se induz uma tensão constante de 1 volt, quando percorrido por uma corrente que varia uniformemente à razão de 1 ampère por segundo.	
Potência aparente	volt-ampère	VA	Potência aparente de um circuito percorrido por uma corrente alternada senoidal com valor eficaz de 1 ampère, sob uma tensão elétrica com valor eficaz de 1 volt.	

GRANDEZAS	UNIDADES			
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	OBSERVAÇÕES
Potência reativa	var	var	Potência reativa de um circuito percorrido por uma corrente alternada senoidal com valor eficaz de 1 ampère, sob uma tensão elétrica com valor eficaz de 1 volt, defasada de $\pi/2$ radianos em relação à corrente.	
Indução magnética	tesla	T	Indução magnética uniforme que produz uma força constante de 1 newton por metro de um condutor retilíneo situado no vácuo e percorrido por uma corrente invariável de 1 ampère, sendo perpendiculares entre si as direções da indução magnética, da força e da corrente.	
Fluxo magnético	weber	Wb	Fluxo magnético uniforme através de uma superfície plana de área igual a 1 metro quadrado, perpendicular à direção de uma indução magnética uniforme de 1 tesla.	
Intensidade				
Intensidade de campo magnético	ampère por metro	A/m	Intensidade de um campo magnético uniforme, criado por uma corrente invariável de 1 ampère, que percorre um condutor retilíneo, de comprimento infinito e de área de seção transversal desprezível, em qualquer ponto de uma superfície cilíndrica de diretriz circular com 1 metro de circunferência e que tem como eixo o referido condutor.	
Relutância	ampère por Weber	A/Wb	Relutância de um elemento de circuito magnético, no qual uma força magnetomotriz invariável de 1 ampère produz um fluxo uniforme de 1 weber.	

UNIDADES TÉRMICAS

GRANDEZAS	UNIDADES			
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	OBSERVAÇÕES
Temperatura termodinâmica	kelvin	K	Fração $1/273,16$ da temperatura termodinâmica do ponto triplice da água.	1) kelvin é unidade de base - definição ratificada pela 13ª CGPM/1967. 2) kelvin e grau Celsius são também unidades de intervalo de temperaturas.
Temperatura Celsius	grau Celsius	°C	Intervalo de temperatura unitário igual a 1 kelvin, numa escala de temperaturas em que o ponto 0 coincide com 273,15 kelvins.	3) t (em grau Celsius) = T (em kelvins) - 273,15.
Gradiente de temperatura	Kelvin por metro	K/m	Gradiente de temperatura uniforme que se verifica em um meio homogêneo e isotrópico, quando é de 1 kelvin a diferença de temperatura entre dois planos isotérmicos situados à distância de 1 metro um do outro.	
Capacidade térmica	joule por Kelvin	J/K	Capacidade térmica de um sistema homogêneo e isotrópico, cuja temperatura aumenta de 1 kelvin quando se lhe adiciona 1 joule de quantidade de calor.	
Calor específico	joule por quilograma e por kelvin	J/(kg.K)	Calor específico de uma substância cuja temperatura aumenta de 1 kelvin quando se lhe adiciona 1 joule de quantidade de calor por quilograma de sua massa.	
Condutividade térmica	watt por metro e por kelvin	W(m.K)	Condutividade térmica de um material homogêneo e isotrópico, no qual se verifica um gradiente de temperatura uniforme de 1 kelvin por metro, quando existe um fluxo de calor constante com densidade de 1 watt por metro quadrado.	

UNIDADES ÓPTICAS

GRANDEZAS	UNIDADES			
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	OBSERVAÇÕES
Intensidade luminosa	candela	cd	Intensidade luminosa, numa direção dada, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência 540×10^{12} hertz e cuja intensidade energética naquela direção é 1/683 watt por esterradiano.	Unidade de base - definição ratificada pela 16ª CGPM/1979.
Fluxo luminoso	lúmen	lm	Fluxo luminoso emitido por uma fonte puntiforme e invariável de 1 candela, de mesmo valor em todas as direções, no interior de um ângulo sólido de 1 esterradiano.	
Iluminamento	lux	lx	Iluminamento de uma superfície plana de 1 metro quadrado de área, sobre a qual incide perpendicularmente um fluxo luminoso de 1 lúmen, uniformemente distribuído.	
Luminância	candela por metro quadrado	cd/m ²	Luminância de uma fonte com 1 metro quadrado de área e com intensidade luminosa de 1 candela.	
Exitância luminosa	lúmen por metro quadrado	lm/m ²	Exitância luminosa de uma superfície plana de 1 metro quadrado de área, que emite uniformemente um fluxo luminoso de 1 lúmen.	Esta grandeza era denominada "emitância luminosa".
Exposição luminosa, Excitação luminosa	lux-segundo	lx.s	Exposição (Excitação) luminosa de uma superfície com iluminamento de 1 lux, durante 1 segundo.	
Eficiência luminosa	lúmen por watt	lm/W	Eficiência luminosa de uma fonte que consome 1 watt para cada lúmen emitido.	

GRANDEZAS	UNIDADES			
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	OBSERVAÇÕES
Número de onda	1 por metro	m ⁻¹	Número de onda de uma radiação monocromática cujo comprimento de onda é igual a 1 metro.	
Intensidade energética	watt por esterradiano	W/sr	Intensidade energética, de mesmo valor em todas as direções, de uma fonte que emite um fluxo de energia uniforme de 1 watt, no interior de um ângulo sólido de 1 esterradiano.	
Luminância energética	watt por esterradiano e por metro quadrado	W/(sr.m ²)	Luminância energética em uma direção determinada, uma fonte superficial de intensidade energética igual a 1 watt por esterradiano, por metro quadrado de sua área projetada sobre um plano perpendicular à direção considerada.	
Convergência	dioptria	di	Convergência de um sistema óptico com distância focal de 1 metro, no meio considerado.	

UNIDADES DE RADIOATIVIDADE

GRANDEZAS	UNIDADES			
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	OBSERVAÇÕES
Atividade	becquerel	Bq	Atividade de um material radioativo no qual se produz uma desintegração nuclear por segundo.	
Exposição	coulomb por quilograma	C/kg	Exposição a uma radiação X ou gama tal que a carga total dos íons de mesmo sinal produzidos em 1 quilograma de ar, quando todos os elétrons liberados por fótons são completamente detidos no ar, é de 1 coulomb em valor absoluto.	
Dose absorvida	gray	Gy	Dose de radiação ionizante absorvida uniformemente por uma porção de matéria, à razão de 1 joule por quilograma de sua massa.	
Equivalente de dose	sievert	Sv	Equivalente de dose de uma radiação igual a 1 joule por quilograma.	Nome especial para a unidade SI de equivalente de dose adotado pela 16ª CGPM/1979.

**TABELA 3 - OUTRAS UNIDADES ACEITAS PARA USO COM O SI,
SEM RESTRIÇÃO DE PRAZO**

São implicitamente incluídas nesta Tabela outras unidades de comprimento e de tempo estabelecidas pela Astronomia para seu próprio campo de aplicação, e as outras unidades de tempo usuais do calendário civil.

GRANDEZAS	UNIDADES				
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	VALORES EM UNID. SI	OBSERVAÇÕES
Comprimento	unidade astronômica	UA	Distância média da terra ao sol	$149\,600 \times 10^6 \text{ m}$	Valor adotado pela União Astronômica Internacional
	parsec	pc	Comprimento de raio de um círculo no qual o ângulo central de 1 segundo subtende uma corda igual a 1 unidade astronômica.	$3,0857 \times 10^{16} \text{ m}$ (aproximado)	A União Astronômica Internacional adota como exato o valor $1 \text{ pc} = 206\,265 \text{ UA}$.
Volume	litro	ℓ L	Volume igual a 1 decímetro cúbico.	$0,001 \text{ m}^3$	A título excepcional a 16ª CGPM/1979 adotou os dois símbolos ℓ (letra minúscula) e L (letra maiúscula) como símbolos utilizáveis para o litro. O símbolo L será empregado sempre que as máquinas de impressão não apresentem distinção entre o algarismo “um” e a letra “ele” minúscula, e que tal coincidência acarrete probabilidade de confusão.

GRANDEZAS	UNIDADES				
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	VALORES EM UNID. SI	OBSERVAÇÕES
Ângulo plano	grau	°	Ângulo plano igual à fração 1/360 do ângulo central de um círculo completo	$\pi/180$ rad	
	minuto	'	Ângulo plano igual à fração 1/60 de 1 grau	$\pi/10\,800$ rad	
	segundo	"	Ângulo plano igual à fração 1/60 de 1 minuto	$\pi/648\,000$ rad	
Intervalo de frequências	oitava		Intervalo de duas frequências cuja relação é igual a 2		O número de oitavas de um intervalo de frequência é igual ao logaritmo de base 2 da relação entre as frequências extremas do intervalo.
Massa	unidade (unificada de massa atômica)	u	Massa igual à fração 1/12 da massa de um átomo de carbono 12	1,660 57 x 10 ⁻²⁷ kg (aproximadamente)	
	tonelada	t	Massa igual a 1000 quilogramas		
Tempo	minuto	min	Intervalo de tempo igual a 60 segundos	60 s	
	hora	h	Intervalo de tempo igual a 60 minutos	3 600 s	
	dia	d	Intervalo de tempo igual a 24 horas	86 400 s	

GRANDEZAS	UNIDADES				
	NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	VALORES EM UNID. SI	OBSERVAÇÕES
Velocidade angular	rotação por minuto	rpm	Velocidade angular de um móvel que, em movimento de rotação uniforme a partir de uma posição inicial, retorna à mesma posição após 1 minuto.	$\pi/30$ rad/s	
Energia	elétron-volt	eV	Energia adquirida por um elétron ao atravessar, no vácuo, uma diferença de potencial igual a 1 volt.	$1,602\ 19 \times 10^{-19}$ J (aproximadamente)	
Nível de potência	decibel	dB	Divisão de uma escala logarítmica cujos valores são 10 vezes o logaritmo decimal da relação entre o valor de potência considerado e um valor de potência especificado, tomado como referência e expresso na mesma unidade.	$N = 10 \log_{10} P/P_0$ dB	
Decremento logarítmico	neper	Np	Divisão de uma escala logarítmica cujos valores são logaritmos neperianos da relação entre dois valores de tensões elétricas, ou entre dois valores de correntes elétricas.	$N = \log_e V_1/V_2$ Np ou $N = \log_e I_1/I_2$ Np	

TABELA 4 - OUTRAS UNIDADES FORA DO SI ADMITIDAS TEMPORARIAMENTE

NOME DA UNIDADE	SÍMBOLO	VALOR EM UNIDADE SI	OBSERVAÇÕES
angström	Å	10^{-10} m	
*atmosfera	atm	101 325 Pa	
bar	bar	10^5 Pa	
barn	b	10^{-28} m ²	
*caloria	cal	4,1868 J	Este valor é o que foi adotado pela 5ª Conferência Internacional sobre as Propriedades do Vapor, Londres, 1956.
*cavalo-vapor	cv	735,5 W	
curie	ci	$3,7 \times 10^{10}$ Bq	
gal	Gal	0,01 m/s ²	
*gauss	Gs	10^{-4} T	
hectare	ha	10^4 m ²	
*quilograma-força	kgf	9,806 65 N	
*milímetro de mercúrio	mmHg	133,322 Pa	Aproximadamente.
milha marítima		1 852 m	
nó		(1 852/3 600) m/s	Velocidade igual a 1 milha marítima por hora.
*quilate		2×10^{-4} kg	Não confundir esta unidade com o "quilate" da escala numérica convencional do teor em ouro das ligas de ouro.
rad		0,01 Gy	
roentgen	R	$2,58 \times 10^{-4}$ C/kg	
rem	rem	1 rem = 1 cSv = 10^{-2} Sv	O rem é uma unidade especial empregada em radio-proteção para exprimir o equivalente de dose.

* A evitar e a substituir pela unidade SI correspondente.

Quadro Geral de Unidades de Medida

Resolução do CONMETRO nº 12/88

Faça parte de nossa mala direta e receba informações sobre os lançamentos da Editora SENAI. Preencha os campos e remeta pelo fax (21) 2234-7476, ou ainda para o nosso endereço:

Rua São Francisco Xavier, 417 - Maracanã
20550-010 - Rio de Janeiro - RJ
editorasenaí@rj.senaí.br

Nome: _____

Escolaridade: _____

Nascimento: _____

Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino

Endereço residencial: _____

Bairro: _____

Cidade: _____ Estado: _____

CEP: _____

Tel.: _____ Fax: _____

e-mail: _____

Endereço comercial: _____

Marque a sua área de interesse:

☐ Alimentos e Bebidas

☐ Automação

☐ Automotiva

☐ Design

☐ Elétrica

☐ Gestão

☐ Gráfica

☐ Mecânica

☐ Petróleo e Gás

☐ Solda

☐ Tecnologia da Informação

☐ Metrologia

Se você deseja receber Boletins e Informativos do INMETRO envie uma mensagem para:
Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO
DITEC/DIVIT/SEPIN

Av. Nossa Senhora das Graças, 50 • Xerém • Duque de Caxias/RJ • CEP: 25250-020
Tel.: (21) 2679-9351/9381 • Fax.: (21) 2679-1409 • e-mail: publicacoes@inmetro.gov.br

Cód.: MP01-2007-01/0011



Este livro foi impresso em papel Offset 90 g/m²,
tipologia Garamond-Light com corpo 11 pela Gráfica FIRJAN
Rua São Francisco Xavier, 417 - Maracanã
CEP 20550-010 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (0XX21) 3978-5300 - r. 5313 e 5314
editorasenai@rj.senai.br