

# MANUAL DE TECNOLOGIA METAL MECÂNICA

2ª edição brasileira

ULRICH FISCHER  
ROLAND GOMERINGER  
MAX HEINZLER  
ROLAND KILGUS  
FRIEDRICH NÄHER  
STEFAN OESTERLE  
HEINZ PAETZOLD  
ANDREAS STEPHAN

**Blucher**

# **Manual de Tecnologia Metal Mecânica**

**Blucher**

Ulrich Fischer  
Roland Gomeringer

Max Heinzler  
Roland Kilgus

Friedrich Näher  
Stefan Oesterle

Heinz Paetzold  
Andreas Stephan

# **Manual de Tecnologia Metal Mecânica**

**Tradução da 43ª edição alemã**

**Tradução: Helga Madjderey  
Revisão técnica: Ingeborg Sell**

**2ª edição brasileira**

Título original:

TABELLENBUCH METALL

A edição em língua alemã foi publicada pela Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH copyright © 2005, by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH

*Manual de tecnologia metal mecânica*

Editora Edgard Blücher Ltda.

2008

2ª edição brasileira - 2011

1ª reimpressão - 2012

# Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar  
04531-012 - São Paulo - SP - Brasil  
Tel 55 11 3078-5366

**contato@blucher.com.br**

**www.blucher.com.br**

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed. do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios, sem autorização escrita da Editora.

Todos os direitos reservados pela Editora Edgard Blücher Ltda.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Manual de tecnologia metal mecânica / [traduzido por Helga Madjederey]. - 2. ed. - São Paulo: Blucher, 2011.

Título original: Tabellenbuch metall

Vários autores.

ISBN 978-85-212-0594-4

1. Banco de dados 2. Educação profissional  
3. Mecânica 4. Metalurgia.

11-03132

CDD-669

Índices para catálogo sistemático:

1. Tecnologia metal mecânica: manual 669

## Prefácio

O Manual de Tecnologia Metal Mecânica é indicado para a qualificação profissional, em especial no ensino organizado por temas específicos, para o aprofundamento de estudos e para a prática empresarial, nas profissões da Engenharia Mecânica e das Técnicas de Fabricação.

### Grupos Alvo

- Mecânicos nas indústrias e nos ofícios manuais
- Mecânicos na fabricação
- Mecânicos na usinagem
- Desenhistas técnicos
- Instrutores técnicos
- Práticos nos ofícios manuais e na indústria
- Estudantes de Engenharia Mecânica

### Notas para o Usuário

Este manual contém tabelas e fórmulas em sete capítulos, além de sumário, índice remissivo e índice de normas.

As **tabelas** contêm as orientações mais importantes sobre regras, design, tipos, dimensões e valores padrão dos assuntos tratados.

As unidades não são especificadas nas legendas das **fórmulas** quando várias forem possíveis. Entretanto, nos exemplos de cálculo são utilizadas as unidades normalmente usadas na prática. As “**Fórmulas para profissões nas áreas dos metais**”, frequentemente usadas em conjunto com este manual, informam as unidades, sobretudo para auxiliar profissionais principiantes nos cálculos.

No site: [www.blucher.com.br](http://www.blucher.com.br), a versão digital do Manual de Tecnologia Metal Mecânica, o usuário pode converter as fórmulas e unidades.

Os **exemplos de designação**, incluídos para todas as peças padronizadas, para os materiais e as siglas em desenhos, são destacados por uma seta vermelha (⇒).

Antes de cada capítulo há um índice parcial, uma expansão do **Índice** no início do manual.

O **Índice remissivo** no final do livro (páginas 404 – 412) é extensivo.

O **Índice de Normas** (páginas 399 – 403) relaciona todas as normas e regulamentações atuais mencionadas no manual. Em muitos casos, as normas anteriores também são relacionadas para facilitar a transição de normas mais antigas e familiares para as atuais.

### Nota sobre a Edição 43

O rápido avanço tecnológico e a internacionalização das Normas exigiram uma profunda revisão. Nela também foram consideradas muitas sugestões dos nossos leitores e aperfeiçoamos a forma clara de apresentar a informação. A Editora e os autores terão prazer em receber observações e sugestões de melhoria no endereço [lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de).

#### 1 Matemática

9...32

#### 2 Física

33...56

#### 3 Comunicação Técnica

57...114

#### 4 Ciência dos Materiais

115...200

#### 5 Elementos de Máquina

201...272

#### 6 Técnicas de Fabricação

273...344

#### 7 Automação e Tecnologia da Informação

345...398



### 3 Comunicação técnica

57

<b>3.1 Construções geométricas básicas</b>		<b>3.6 Elementos de máquinas</b>	
Linhas e ângulos.....	58	Tipos de engrenagem.....	84
Tangentes, Arcos circulares, Polígonos...	59	Mancais de rolamentos.....	85
Círculos inscritos, Elipses, Espirais.....	60	Vedações.....	86
Cicloides, Curvas evolventes, Parábolas.	61	Anéis de segurança, Molas.....	87
<b>3.2 Gráficos</b>		<b>3.7 Elementos de peças</b>	
Sistema de coordenadas cartesianas.....	62	Saliências em peças torneadas, cantos de peças.....	88
Tipos de gráfico.....	63	Terminais de Rosca, recuos de rosca.....	89
<b>3.3 Elementos de desenho técnico</b>		Roscas e junções por parafusos.....	90
Fontes.....	64	Furos centrais, serrilha.....	91
Números normalizados, Raios, Escalas...	65	<b>3.8 Solda e estanhagem</b>	
Folhas de desenho.....	66	Símbolos gráficos.....	93
Tipos de linhas.....	67	Exemplos de dimensionamento.....	95
<b>3.4 Representação em desenho</b>		<b>3.9 Superfícies</b>	
Métodos de projeção.....	69	Especificações de dureza em desenhos ..	97
Vistas.....	71	Desvios de forma, rugosidade.....	98
Vistas de seções.....	73	Teste de superfície, Indicações de superfície.....	99
Hachuras/Sombreamento.....	75	<b>3.10 Tolerâncias ISO e Ajustes</b>	
<b>3.5 Inserção de dimensões</b>		Fundamentos.....	102
Regras de dimensionamento.....	76	Furação de referência e eixo de referência.....	106
Diâmetros, raios, esferas, chanfros, inclinações, estreitamentos, dimensões de arco.....	78	Tolerâncias gerais.....	110
Especificações de tolerância.....	80	Recomendações de ajustes.....	111
Tipos de dimensões.....	81	Ajuste de mancal de rolamento.....	112
Simplificação de desenhos.....	83	Tolerância em formas e posições.....	112

### 4 Ciência dos materiais

115

<b>4.1 Materiais</b>		Retração de medidas, Tolerâncias dimensionais.....	163
Características quantitativas de materiais sólidos.....	116	<b>4.8 Metais leves</b>	
Características quantitativas de materiais sólidos, líquidos e gasosos.....	117	Apresentação de ligas de Al.....	164
Sistema periódico dos elementos (tabela).....	118	Ligas de alumínio forjadas.....	167
<b>4.2 Aços, sistema de designação</b>		Ligas de fundição de alumínio.....	168
Definição e classificação de aços.....	120	Perfis de alumínio.....	169
Código do material, Designação.....	121	Ligas de magnésio e titânio.....	172
<b>4.3 Aços, Tipos de aço</b>		<b>4.9 Metais pesados</b>	
Aços estruturais.....	128	Apresentação.....	173
Aços-carbono e aço-liga cementado.....	132	Sistema de designação.....	174
Aço para ferramentas.....	135	Ligas de cobre forjadas.....	175
Aços inoxidáveis, aço para molas.....	136	<b>4.10 Outros materiais metálicos</b>	
<b>4.4 Aços, Produtos acabados</b>		Materiais compostos, Materiais cerâmicos.....	177
Metal em chapa e tiras.....	139	Metais sinterizados.....	178
Perfis.....	143	<b>4.11 Plásticos, Apresentação</b>	
<b>4.5 Tratamento térmico</b>		Termoplásticos.....	179
Diagrama de equilíbrio Ferro-Carbono....	153	Duroplásticos, Elastômeros.....	182
Processos.....	154	Processamento de plásticos.....	184
<b>4.6 Ferro fundido</b>		<b>4.12 Testes de materiais, Apresentação</b>	
Designação e número de material.....	158	Teste de tração.....	188
Tipos de ferro fundido.....	160	Teste de dureza.....	190
Ferro fundido maleável, Aço fundido.....	161	<b>4.13 Corrosão, proteção contra corrosão.....</b>	<b>196</b>
<b>4.7 Tecnologia de fundição</b>		<b>4.14 Materiais perigosos.....</b>	<b>197</b>
Modelos, instalações para fazer moldes e fôrmas.....	162		



**5 Elementos de máquinas****201**

<b>5.1 Roscas</b>			
Resumo.....	202	Arruelas planas.....	234
Rosca métrica ISO .....	204	Arruelas HV .....	235
Rosca Whitworth para tubos .....	206	<b>5.6 Pinos e pivôs</b>	
Rosca trapezoidal e dente de serra .....	207	Resumo.....	236
Tolerâncias para roscas.....	208	Pinos de guia cilíndricos, elásticos .....	237
<b>5.2 Parafusos</b>		Pinos entalhados, pivôs .....	238
Resumo.....	209	<b>5.7 Junções eixo-cubo</b>	
Designação, resistência.....	210	Chavetas de cunha .....	239
Parafusos sextavados.....	212	Chavetas paralelas e meia-lua .....	240
Outros parafusos .....	215	Eixos com ranhuras.....	241
Cálculo de ligações parafusadas .....	221	Cones de ferramentas .....	242
Travas de segurança para parafusos .....	222	<b>5.8 Molas, ferramentaria</b>	
Abertura de chaves, sistemas de acionamento de parafusos .....	223	Molas .....	244
<b>5.3 Escareados</b>		Buchas de guia para brocas.....	247
Escareados para parafusos cabeça chata .....	224	Peças padronizadas de estamparia.....	251
Escareados para parafusos cilíndricos e sextavados .....	225	<b>5.9 Elementos de acionamento</b>	
<b>5.4 Porcas</b>		Correias .....	253
Resumo.....	226	Engrenagens .....	256
Designação, resistência.....	227	Transmissões .....	259
Porcas sextavadas .....	228	Diagrama de rotações .....	260
Outras porcas.....	231	<b>5.10 Mancais</b>	
<b>5.5 Arruelas</b>		Mancais deslizantes.....	261
Resumo.....	233	Buchas para mancais deslizantes.....	262
		Mancais de rolamento.....	263
		Anéis de segurança .....	269
		Elementos de vedação .....	270
		Óleos lubrificantes e graxas .....	271

**6 Técnicas de fabricação****273**

<b>6.1 Gerenciamento da qualidade</b>		<b>6.5 Separação por cisalhamento</b>	
Normas, termos .....	274	Força de cisalhamento .....	315
Planejamento, controle da qualidade .....	276	Punção e matriz de corte.....	316
Avaliação estatística .....	277	Posição da espiga de fixação.....	317
Controle estatístico do processo .....	279	<b>6.6 Conformação</b>	
Capacidade de processo .....	281	Conformação por dobra.....	318
<b>6.2 Planejamento da produção</b>		Repuxo profundo.....	320
Apuração do tempo conforme REFA .....	282	<b>6.7 Unir, juntar</b>	
Cálculo de custos.....	284	Soldagem, processos.....	322
Valor da hora/máquina.....	285	Preparação do cordão .....	323
<b>6.3 Usinagem de corte</b>		Valores de ajuste.....	326
Tempo principal .....	287	Corte térmico .....	329
Refrigeração lubrificação .....	292	Identificação das garrafas de gás.....	331
Materiais de corte .....	294	Brasagem .....	333
Forças e potências .....	298	Colar.....	336
Valores de corte: furar, tornear.....	301	<b>6.8 Proteção do meio ambiente e segurança do trabalho</b>	
Tornear cones.....	304	Sinalização de proibição .....	338
Valores de corte: fresar .....	305	Sinalização de aviso .....	339
Dividir .....	307	Sinalização de regulamento e resgate.....	340
Valores de corte: retificar, brunir .....	308	Sinalização informativa.....	341
<b>6.4 Erosão</b>		Símbolos de perigos .....	342
Valores de corte .....	313	Identificação de tubulações .....	343
Processos .....	314	Som e ruído.....	344

**7 Automação e tecnologia da informação****345**

<b>7.1 Automação, conceitos básicos</b>		<b>7.5 Comandos SPS</b>	
Conceitos, designação .....	346	Linguagens de programação.....	373
Regulador analógico .....	348	Plano de contatos (KOP) .....	374
Reguladores descontínuos e digitais.....	349	Linguagem de módulos funcionais (FBS) .....	374
Combinação binária .....	350	Texto estruturado (ST).....	374
		Lista de instruções (AWL) .....	375
<b>7.2 Circuitos eletrotécnicos</b>		Funções simples .....	376
Símbolos de circuitos.....	351	<b>7.6 Manipulação e robótica</b>	
Identificações .....	353	Sistemas de coordenadas.....	378
Esquemas de circuitos elétricos.....	354	Estrutura de robôs .....	379
Sensores.....	355	Garras, segurança do trabalho .....	380
Medidas de proteção.....	356		
<b>7.3 Fluxogramas e diagramas funcionais</b>		<b>7.7 Tecnologia NC</b>	
Fluxogramas funcionais.....	358	Sistemas de coordenadas.....	381
Diagramas funcionais.....	361	Estrutura do programa conforme DIN.....	382
		Funções preparatórias, funções adicionais .....	383
<b>7.4 Hidráulica e pneumática</b>		Compensações da ferramenta.....	385
Símbolos de circuito.....	363	Movimentos de trabalho.....	386
Estruturação dos circuitos .....	365	Ciclos PAL.....	388
Comandos eletropneumáticos .....	366		
Fluidos hidráulicos .....	368	<b>7.8 Tecnologia da informação</b>	
Cilindros pneumáticos .....	369	Sistemas decimais.....	393
Forças do pistão.....	370	Conjunto de caracteres ASCII .....	394
Velocidade, potência .....	371	Fluxograma de programas .....	395
Tubos de precisão.....	372	Comandos WORD e EXCEL .....	397

**Índice de normas****399...403****Índice remissivo****404...412**

## Normas e outras regulamentações

### Normalização e Termos Padrão

Normalização é a uniformização planejada de objetos materiais e não materiais, tais como componentes, métodos de cálculo, fluxos de processos e serviços, tudo em benefício do público em geral.

Termos e Normas	Exemplo	Explicação
Norma	DIN 7157	A norma é o resultado publicado do trabalho de normalização, p. ex., a seleção de certos encaixes na DIN 7157.
Parte	DIN 30910-2	A parte de uma norma está associada a outras partes com o mesmo número principal. DIN 30910-2, a parte 2 da norma, por exemplo, descreve materiais sinterizados para filtros, enquanto as partes 3 e 4 descrevem materiais sinterizados para rolamentos e para peças perfiladas.
Suplemento	DIN 55350 Suplemento	Um suplemento contém informações para uma norma, mas não especificações adicionais. Por exemplo, o suplemento 1 da DIN 55350 contém um índice abrangente de palavras-chave para as definições dos termos da garantia da qualidade contida na DIN 55350.
Minuta	E DIN EN 10025-1	Uma minuta de norma contém os resultados preliminares de uma normalização; esta versão da norma pretendida é disponibilizada ao público para comentários. Por exemplo, a DIN-EN 10025-1 para condições de entrega de produtos de aço estrutural laminados a quente está disponível em forma de Minuta (E DIN EN 10025-1), desde dezembro de 2000.
Norma preliminar	DIN V 17006-100 (1999-04)	Uma norma preliminar contém os resultados da normalização que, devido a reservas, não serão expedidos como norma pelo DIN. A DIN V 17006-100, por exemplo, trata de símbolos complementares para os sistemas de designação de aços.
Data de emissão	DIN 76-1 (2004-06)	Data em que a publicação é disponibilizada para o público, no guia de publicações DIN; é a data em que a norma se torna válida. DIN-76-1, que define recuos para as roscas métricas ISO é válida desde junho de 2004, por exemplo.

### Tipos de Normas e Regulamentações (Seleção)

Tipo	Sigla	Explicação	Propósito e conteúdos
Normas Internacionais (ISO)	ISO	International Organization for Standardization, Genebra (Organização Internacional para Normalização, O e S estão invertidos na sigla).	Simplifica a troca internacional de mercadorias e serviços, assim como a cooperação na área científica, técnica e econômica.
Normas Europeias (normas EN)	EN	CEN – Comitê Europeu de Normalisation, Bruxelas (Comitê Europeu de Normalização).	Harmonização técnica e consequente redução de barreiras comerciais para o avanço do mercado europeu e a união da Europa.
Normas Alemãs (Normas DIN)	DIN	Deutsches Institut für Normung e.V., Berlim (Instituto Alemão para Normalização).	A normalização nacional facilita a racionalização, garantia da qualidade, proteção ambiental e entendimento comum em economia, tecnologia, ciência, gestão e relações públicas.
	DIN EN	Norma europeia para a qual a versão alemã atingiu o status de uma norma alemã.	
	DIN ISO	Norma alemã para a qual uma norma internacional foi adotada sem modificação.	
	DIN EN ISO	Norma europeia para a qual uma norma internacional foi adotada sem modificação e a versão alemã tem o status de uma norma alemã.	
	DIN VDE	Publicação impressa da VDE que tem o status de norma alemã.	
Instruções VDI	VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf (Sociedade de Engenheiros Alemães).	Estas instruções consideram a última geração em áreas específicas e contém, por exemplo, instruções de procedimentos concretos para cálculo ou projeto de processos de engenharia mecânica ou elétrica.
Publicações impressas VDE	VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker e.V., Frankfurt (Organização dos Engenheiros Eletricistas Alemães)	
Publicações DGQ	DGQ	Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V., Frankfurt (Associação Alemã da Qualidade).	Recomendações na área de tecnologia da qualidade.
Folhas REFA	REFA	Associação para o Estudo do Trabalho e a Organização Empresarial REFA e.V., Darmstadt.	Recomendações na área de produção e planejamento de trabalho.

# 1 Matemática

$d$	$\sqrt{d}$	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$
1	1,0000	0,7854
2	1,4142	3,1416
3	1,7321	7,0686

## 1.1 Tabelas numéricas

Raiz quadrada, Área de um círculo.....	10
Senos, Cossenos.....	11
Tangente, Cotangente .....	12

**Senos** =  $\frac{\text{Cateto oposto}}{\text{Hipotenusa}}$

**Cossenos** =  $\frac{\text{Cateto adjacente}}{\text{Hipotenusa}}$

**Tangente** =  $\frac{\text{Cateto oposto}}{\text{Cateto adjacente}}$

**Cotangente** =  $\frac{\text{Cateto adjacente}}{\text{Lado oposto}}$

## 1.2 Funções Trigonométricas

Definições.....	13
Senos, Cossenos, Tangente, Cotangente.....	13
Leis de senos e cossenos.....	14
Ângulos, Teorema de linhas de intersecção.....	14

$$\frac{3}{x} + \frac{5}{x} = \frac{1}{x} \cdot (3+5)$$

## 1.3 Fundamentos de Matemática

Uso de parênteses, potências e raízes.....	15
Equações.....	16
Potências de dez, cálculo de juros.....	17
Porcentagem e cálculo de proporções.....	18

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot \text{s}$$

## 1.4 Símbolos, Unidades

Símbolos em fórmula, símbolos matemáticos.....	19
Unidades SI e de medição.....	20
Unidades não SI.....	22



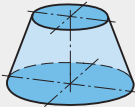
## 1.5 Comprimentos

Cálculos em triângulo retângulo.....	23
Subdivisão de comprimentos, Comprimento de arco, Comprimento composto.....	24
Comprimento efetivo, do arame da mola e bruto.....	25



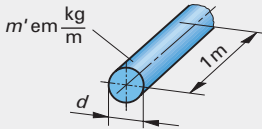
## 1.6 Áreas

Áreas retangulares.....	26
Triângulo, Polígono, Círculo.....	27
Áreas circulares.....	28



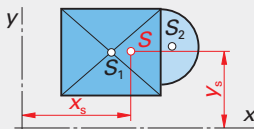
## 1.7 Volume e Área de superfície

Cubo, Prisma, Cilindro, Cilindro oco, Pirâmide.....	29
Pirâmide truncada, Cone, Cone truncado, Esfera.....	30
Sólidos compostos.....	31



## 1.8 Massa

Cálculos gerais.....	31
Massa por unidade de comprimento.....	31
Massa por unidade de área.....	31



## 1.9 Centroides – Centros de gravidade

Centroides de linhas.....	32
Centroides de áreas planas.....	32

## Raiz quadrada, área de um círculo

$d$	$\sqrt{d}$	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	$d$	$\sqrt{d}$	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	$d$	$\sqrt{d}$	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	$d$	$\sqrt{d}$	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$
1	1,0000	0,7854	51	7,1414	2042,82	101	10,049 9	8011,85	151	12,2882	17907,9
2	1,4142	3,1416	52	7,2111	2123,72	102	10,0995	8171,28	152	12,3288	18145,8
3	1,7321	7,0686	53	7,2801	2206,18	103	10,1489	8332,29	153	12,3693	18385,4
4	2,0000	12,5664	54	7,3485	2290,22	104	10,1980	8494,87	154	12,4097	18626,5
5	2,236 1	19,6350	55	7,4162	2375,83	105	10,2470	8659,01	155	12,4499	18869,2
6	2,4495	28,2743	56	7,4833	2463,01	106	10,2956	8824,73	156	12,4900	19113,4
7	2,6458	38,4845	57	7,5498	2551,76	107	10,3441	8992,02	157	12,5300	19359,3
8	2,8284	50,2655	58	7,6158	2642,08	108	10,3923	9160,88	158	12,5698	19606,7
9	3,0000	63,6173	59	7,6811	2733,97	109	10,4403	9331,32	159	12,6095	19855,7
10	3,1623	78,5398	60	7,7460	2827,43	110	10,488 1	9503,32	160	12,649 1	20106,2
11	3,3166	95,0332	61	7,8102	2922,47	111	10,5357	9676,89	161	12,6886	20358,3
12	3,4641	113,097	62	7,8740	3019,07	112	10,5830	9852,03	162	12,7279	20612,0
13	3,6056	132,732	63	7,9373	3117,25	113	10,6301	10028,7	163	12,7671	20867,2
14	3,7417	153,938	64	8,0000	3216,99	114	10,6771	10207,0	164	12,8062	21124,1
15	3,8730	176,715	65	8,0623	3318,31	115	10,7238	10386,9	165	12,8452	21382,5
16	4,0000	201,062	66	8,1240	3421,19	116	10,7703	10568,3	166	12,8841	21642,4
17	4,1231	226,980	67	8,1854	3525,65	117	10,8167	10751,3	167	12,9228	21904,0
18	4,2426	254,469	68	8,2462	3631,68	118	10,8628	10935,9	168	12,9615	22167,1
19	4,3589	283,529	69	8,3066	3739,28	119	10,9087	11122,0	169	13,0000	22431,8
20	4,4721	314,159	70	8,3666	3848,45	120	10,9545	11309,7	170	13,0384	22698,0
21	4,5826	346,361	71	8,4261	3959,19	121	11,0000	11499,0	171	13,0767	22965,8
22	4,6904	380,133	72	8,4853	4071,50	122	11,0454	11689,9	172	13,1149	23235,2
23	4,7958	415,476	73	8,5440	4185,39	123	11,0905	11882,3	173	13,1529	23506,2
24	4,8990	452,389	74	8,6023	4300,84	124	11,1355	12076,3	174	13,1909	23778,7
25	5,0000	490,874	75	8,6603	4417,86	125	11,1803	12271,8	175	13,2288	24052,8
26	5,0990	530,929	76	8,7178	4536,46	126	11,2250	12469,0	176	13,2665	24328,5
27	5,1962	572,555	77	8,7750	4656,63	127	11,2694	12667,7	177	13,3041	24605,7
28	5,2915	615,752	78	8,8318	4778,36	128	11,3137	12868,0	178	13,3417	24884,6
29	5,3852	660,520	79	8,8882	4901,67	129	11,3578	13069,8	179	13,3791	25164,9
30	5,4772	706,858	80	8,9443	5026,55	130	11,4018	13273,2	180	13,4164	25446,9
31	5,5678	754,768	81	9,0000	5153,00	131	11,4455	13478,2	181	13,4536	25730,4
32	5,6569	804,248	82	9,0554	5281,02	132	11,4891	13684,8	182	13,4907	26015,5
33	5,7446	855,299	83	9,1104	5410,61	133	11,5326	13892,9	183	13,5277	26302,2
34	5,8310	907,920	84	9,1652	5541,77	134	11,5758	14102,6	184	13,5647	26590,4
35	5,9161	962,113	85	9,2195	5674,50	135	11,6190	14313,9	185	13,6015	26880,3
36	6,0000	1017,88	86	9,2736	5808,80	136	11,6619	14526,7	186	13,6382	27171,6
37	6,0828	1075,21	87	9,3274	5944,68	137	11,7047	14741,1	187	13,6748	27464,6
38	6,1644	1134,11	88	9,3808	6082,12	138	11,7473	14957,1	188	13,7113	27759,1
39	6,2450	1194,59	89	9,4340	6221,14	139	11,7898	15174,7	189	13,7477	28055,2
40	6,3246	1256,64	90	9,4868	6361,73	140	11,8322	15393,8	190	13,7840	28352,9
41	6,4031	1320,25	91	9,5394	6503,88	141	11,8743	15614,5	191	13,8203	28652,1
42	6,4807	1385,44	92	9,5917	6647,61	142	11,9164	15836,8	192	13,8564	28952,9
43	6,5574	1452,20	93	9,6437	6792,91	143	11,9583	16060,6	193	13,8924	29255,3
44	6,6332	1520,53	94	9,6954	6939,78	144	12,0000	16286,0	194	13,9284	29559,2
45	6,7082	1590,43	95	9,7468	7088,22	145	12,0416	16513,0	195	13,9642	29864,8
46	6,7823	1661,90	96	9,7980	7238,23	146	12,0830	16741,5	196	14,0000	30171,9
47	6,8557	1734,94	97	9,8489	7389,81	147	12,1244	16971,7	197	14,0357	30480,5
48	6,9282	1809,56	98	9,8995	7542,96	148	12,1655	17203,4	198	14,0712	30790,7
49	7,0000	1885,74	99	9,9499	7697,69	149	12,2066	17436,6	199	14,1067	31102,6
50	7,0711	1963,50	100	10,0000	7853,98	150	12,2474	17671,5	200	14,1421	31415,9

Os valores de  $\sqrt{d}$  e de  $A$  foram arredondados.

## Valores das funções trigonométricas seno e cosseno

Seno de 0° a 45°						Seno de 45° a 90°							
Graus ↓	Minutos →					Graus ↓	Minutos →						
	0'	15'	30'	45'	60'		0'	15'	30'	45'	60'		
0°	0,0000	0,0044	0,0087	0,0131	0,0175	89°	45°	0,7071	0,7102	0,7133	0,7163	0,7193	44°
1°	0,0175	0,0218	0,0262	0,0305	0,0349	88°	46°	0,7193	0,7224	0,7254	0,7284	0,7314	43°
2°	0,0349	0,0393	0,0436	0,0480	0,0523	87°	47°	0,7314	0,7343	0,7373	0,7402	0,7431	42°
3°	0,0523	0,0567	0,0610	0,0654	0,0698	86°	48°	0,7431	0,7461	0,7490	0,7518	0,7547	41°
4°	0,0698	0,0741	0,0785	0,0828	0,0872	85°	49°	0,7547	0,7576	0,7604	0,7632	0,7660	40°
5°	0,0872	0,0915	0,0958	0,1002	0,1045	84°	50°	0,7660	0,7688	0,7716	0,7744	0,7771	39°
6°	0,1045	0,1089	0,1132	0,1175	0,1219	83°	51°	0,7771	0,7799	0,7826	0,7853	0,7880	38°
7°	0,1219	0,1262	0,1305	0,1349	0,1392	82°	52°	0,7880	0,7907	0,7934	0,7960	0,7986	37°
8°	0,1392	0,1435	0,1478	0,1521	0,1564	81°	53°	0,7986	0,8013	0,8039	0,8064	0,8090	36°
9°	0,1564	0,1607	0,1650	0,1693	0,1736	80°	54°	0,8090	0,8116	0,8141	0,8166	0,8192	35°
10°	0,1736	0,1779	0,1822	0,1865	0,1908	79°	55°	0,8192	0,8216	0,8241	0,8266	0,8290	34°
11°	0,1908	0,1951	0,1994	0,2036	0,2079	78°	56°	0,8290	0,8315	0,8339	0,8363	0,8387	33°
12°	0,2079	0,2122	0,2164	0,2207	0,2250	77°	57°	0,8387	0,8410	0,8434	0,8457	0,8480	32°
13°	0,2250	0,2292	0,2334	0,2377	0,2419	76°	58°	0,8480	0,8504	0,8526	0,8549	0,8572	31°
14°	0,2419	0,2462	0,2504	0,2546	0,2588	75°	59°	0,8572	0,8594	0,8616	0,8638	0,8660	30°
15°	0,2588	0,2630	0,2672	0,2714	0,2756	74°	60°	0,8660	0,8682	0,8704	0,8725	0,8746	29°
16°	0,2756	0,2798	0,2840	0,2882	0,2924	73°	61°	0,8746	0,8767	0,8788	0,8809	0,8829	28°
17°	0,2924	0,2965	0,3007	0,3049	0,3090	72°	62°	0,8829	0,8850	0,8870	0,8890	0,8910	27°
18°	0,3090	0,3132	0,3173	0,3214	0,3256	71°	63°	0,8910	0,8930	0,8949	0,8969	0,8988	26°
19°	0,3256	0,3297	0,3338	0,3379	0,3420	70°	64°	0,8988	0,9007	0,9026	0,9045	0,9063	25°
20°	0,3420	0,3461	0,3502	0,3543	0,3584	69°	65°	0,9063	0,9081	0,9100	0,9118	0,9135	24°
21°	0,3584	0,3624	0,3665	0,3706	0,3746	68°	66°	0,9135	0,9153	0,9171	0,9188	0,9205	23°
22°	0,3746	0,3786	0,3827	0,3867	0,3907	67°	67°	0,9205	0,9222	0,9239	0,9255	0,9272	22°
23°	0,3907	0,3947	0,3987	0,4027	0,4067	66°	68°	0,9272	0,9288	0,9304	0,9320	0,9336	21°
24°	0,4067	0,4107	0,4147	0,4187	0,4226	65°	69°	0,9336	0,9351	0,9367	0,9382	0,9397	20°
25°	0,4226	0,4266	0,4305	0,4344	0,4384	64°	70°	0,9397	0,9412	0,9426	0,9441	0,9455	19°
26°	0,4384	0,4423	0,4462	0,4501	0,4540	63°	71°	0,9455	0,9469	0,9483	0,9497	0,9511	18°
27°	0,4540	0,4579	0,4617	0,4656	0,4695	62°	72°	0,9511	0,9524	0,9537	0,9550	0,9563	17°
28°	0,4695	0,4733	0,4772	0,4810	0,4848	61°	73°	0,9563	0,9576	0,9588	0,9600	0,9613	16°
29°	0,4848	0,4886	0,4924	0,4962	0,5000	60°	74°	0,9613	0,9625	0,9636	0,9648	0,9659	15°
30°	0,5000	0,5038	0,5075	0,5113	0,5150	59°	75°	0,9659	0,9670	0,9681	0,9692	0,9703	14°
31°	0,5150	0,5188	0,5225	0,5262	0,5299	58°	76°	0,9703	0,9713	0,9724	0,9734	0,9744	13°
32°	0,5299	0,5336	0,5373	0,5410	0,5446	57°	77°	0,9744	0,9753	0,9763	0,9772	0,9781	12°
33°	0,5446	0,5483	0,5519	0,5556	0,5592	56°	78°	0,9781	0,9790	0,9799	0,9808	0,9816	11°
34°	0,5592	0,5628	0,5664	0,5700	0,5736	55°	79°	0,9816	0,9825	0,9833	0,9840	0,9848	10°
35°	0,5736	0,5771	0,5807	0,5842	0,5878	54°	80°	0,9848	0,9856	0,9863	0,9870	0,9877	9°
36°	0,5878	0,5913	0,5948	0,5983	0,6018	53°	81°	0,9877	0,9884	0,9890	0,9897	0,9903	8°
37°	0,6018	0,6053	0,6088	0,6122	0,6157	52°	82°	0,9903	0,9909	0,9914	0,9920	0,9925	7°
38°	0,6157	0,6191	0,6225	0,6259	0,6293	51°	83°	0,9925	0,9931	0,9936	0,9941	0,9945	6°
39°	0,6293	0,6327	0,6361	0,6394	0,6428	50°	84°	0,9945	0,9950	0,9954	0,9958	0,9962	5°
40°	0,6428	0,6461	0,6494	0,6528	0,6561	49°	85°	0,9962	0,9966	0,9969	0,9973	0,9976	4°
41°	0,6561	0,6593	0,6626	0,6659	0,6691	48°	86°	0,9976	0,9979	0,9981	0,9984	0,9986	3°
42°	0,6691	0,6724	0,6756	0,6788	0,6820	47°	87°	0,9986	0,9988	0,9990	0,9992	0,9994	2°
43°	0,6820	0,6852	0,6884	0,6915	0,6947	46°	88°	0,9994	0,9995	0,9997	0,9998	0,99985	1°
44°	0,6947	0,6978	0,7009	0,7040	0,7071	45°	89°	0,99985	0,99991	0,99996	0,99999	1,0000	0°
	60'	45'	30'	15'	0'	↑ Graus		60'	45'	30'	15'	0'	↑ Graus
← Minutos →						← Minutos →							
Cosseno de 45° a 90°						Cosseno de 0° a 45°							

Os valores das funções trigonométricas da tabela foram arredondados para quatro casas decimais.

## Valores das funções trigonométricas tangente e cotangente

Tangente de 0° a 45°						Tangente de 45° a 90°							
Graus	Minutos →						Graus	Minutos →					
	0'	15'	30'	45'	60'			0'	15'	30'	45'	60'	
0°	0,0000	0,0044	0,0087	0,0131	0,0175	89°	45°	1,0000	1,0088	1,0176	1,0265	1,0355	44°
1°	0,0175	0,0218	0,0262	0,0306	0,0349	88°	46°	1,0355	1,0446	1,0538	1,0630	1,0724	43°
2°	0,0349	0,0393	0,0437	0,0480	0,0524	87°	47°	1,0724	1,0818	1,0913	1,1009	1,1106	42°
3°	0,0524	0,0568	0,0612	0,0655	0,0699	86°	48°	1,1106	1,1204	1,1303	1,1403	1,1504	41°
4°	0,0699	0,0743	0,0787	0,0831	0,0875	85°	49°	1,1504	1,1606	1,1708	1,1812	1,1918	40°
5°	0,0875	0,0919	0,0963	0,1007	0,1051	84°	50°	1,1918	1,2024	1,2131	1,2239	1,2349	39°
6°	0,1051	0,1095	0,1139	0,1184	0,1228	83°	51°	1,2349	1,2460	1,2572	1,2685	1,2799	38°
7°	0,1228	0,1272	0,1317	0,1361	0,1405	82°	52°	1,2799	1,2915	1,3032	1,3151	1,3270	37°
8°	0,1405	0,1450	0,1495	0,1539	0,1584	81°	53°	1,3270	1,3392	1,3514	1,3638	1,3764	36°
9°	0,1584	0,1629	0,1673	0,1718	0,1763	80°	54°	1,3764	1,3891	1,4019	1,4150	1,4281	35°
10°	0,1763	0,1808	0,1853	0,1899	0,1944	79°	55°	1,4281	1,4415	1,4550	1,4687	1,4826	34°
11°	0,1944	0,1989	0,2035	0,2080	0,2126	78°	56°	1,4826	1,4966	1,5108	1,5253	1,5399	33°
12°	0,2126	0,2171	0,2217	0,2263	0,2309	77°	57°	1,5399	1,5547	1,5697	1,5849	1,6003	32°
13°	0,2309	0,2355	0,2401	0,2447	0,2493	76°	58°	1,6003	1,6160	1,6319	1,6479	1,6643	31°
14°	0,2493	0,2540	0,2586	0,2633	0,2679	75°	59°	1,6643	1,6808	1,6977	1,7147	1,7321	30°
15°	0,2679	0,2726	0,2773	0,2820	0,2867	74°	60°	1,7321	1,7496	1,7675	1,7856	1,8040	29°
16°	0,2867	0,2915	0,2962	0,3010	0,3057	73°	61°	1,8040	1,8228	1,8418	1,8611	1,8807	28°
17°	0,3057	0,3105	0,3153	0,3201	0,3249	72°	62°	1,8807	1,9007	1,9210	1,9416	1,9626	27°
18°	0,3249	0,3298	0,3346	0,3395	0,3443	71°	63°	1,9626	1,9840	2,0057	2,0278	2,0503	26°
19°	0,3443	0,3492	0,3541	0,3590	0,3640	70°	64°	2,0503	2,0732	2,0965	2,1203	2,1445	25°
20°	0,3640	0,3689	0,3739	0,3789	0,3839	69°	65°	2,1445	2,1692	2,1943	2,2199	2,2460	24°
21°	0,3839	0,3889	0,3939	0,3990	0,4040	68°	66°	2,2460	2,2727	2,2998	2,3276	2,3559	23°
22°	0,4040	0,4091	0,4142	0,4193	0,4245	67°	67°	2,3559	2,3847	2,4142	2,4443	2,4751	22°
23°	0,4245	0,4296	0,4348	0,4400	0,4452	66°	68°	2,4751	2,5065	2,5386	2,5715	2,6051	21°
24°	0,4452	0,4505	0,4557	0,4610	0,4663	65°	69°	2,6051	2,6395	2,6746	2,7106	2,7475	20°
25°	0,4663	0,4716	0,4770	0,4823	0,4877	64°	70°	2,7475	2,7852	2,8239	2,8636	2,9042	19°
26°	0,4877	0,4931	0,4986	0,5040	0,5095	63°	71°	2,9042	2,9459	2,9887	3,0326	3,0777	18°
27°	0,5095	0,5150	0,5206	0,5261	0,5317	62°	72°	3,0777	3,1240	3,1716	3,2205	3,2709	17°
28°	0,5317	0,5373	0,5430	0,5486	0,5543	61°	73°	3,2709	3,3226	3,3759	3,4308	3,4874	16°
29°	0,5543	0,5600	0,5658	0,5715	0,5774	60°	74°	3,4874	3,5457	3,6059	3,6680	3,7321	15°
30°	0,5774	0,5832	0,5890	0,5949	0,6009	59°	75°	3,7321	3,7983	3,8667	3,9375	4,0108	14°
31°	0,6009	0,6068	0,6128	0,6188	0,6249	58°	76°	4,0108	4,0876	4,1653	4,2468	4,3315	13°
32°	0,6249	0,6310	0,6371	0,6432	0,6494	57°	77°	4,3315	4,4194	4,5107	4,6057	4,7046	12°
33°	0,6494	0,6556	0,6619	0,6682	0,6745	56°	78°	4,7046	4,8077	4,9152	5,0273	5,1446	11°
34°	0,6745	0,6809	0,6873	0,6937	0,7002	55°	79°	5,1446	5,2672	5,3955	5,5301	5,6713	10°
35°	0,7002	0,7067	0,7133	0,7199	0,7265	54°	80°	5,6713	5,8197	5,9758	6,1402	6,3138	9°
36°	0,7265	0,7332	0,7400	0,7467	0,7536	53°	81°	6,3138	6,4971	6,6912	6,8969	7,1154	8°
37°	0,7536	0,7604	0,7673	0,7743	0,7813	52°	82°	7,1154	7,3479	7,5958	7,8606	8,1443	7°
38°	0,7813	0,7883	0,7954	0,8026	0,8098	51°	83°	8,1443	8,4490	8,7769	9,1309	9,5144	6°
39°	0,8098	0,8170	0,8243	0,8317	0,8391	50°	84°	9,5144	9,9310	10,3854	10,8829	11,4301	5°
40°	0,8391	0,8466	0,8541	0,8617	0,8693	49°	85°	11,4301	12,0346	12,7062	13,4566	14,3007	4°
41°	0,8693	0,8770	0,8847	0,8925	0,9004	48°	86°	14,3007	15,2571	16,3499	17,6106	19,0811	3°
42°	0,9004	0,9083	0,9163	0,9244	0,9325	47°	87°	19,0811	20,8188	22,9038	25,4517	28,6363	2°
43°	0,9325	0,9407	0,9490	0,9573	0,9657	46°	88°	28,6363	32,7303	38,1885	45,8294	57,2900	1°
44°	0,9657	0,9742	0,9827	0,9913	1,0000	45°	89°	57,2900	76,3900	114,5887	229,1817	6	0°
← Minutos →						Graus	← Minutos →						Graus
Co-tangente de 45° a 90°					Co-tangente de 0° a 45°								

Os valores das funções trigonométricas da tabela foram arredondados para quatro casas decimais.